

放射化学及
剂量测量方法手册

放射化学及 剂量测量方法手册

編者

Н. Г. ГУСЕВ, У. Я. МАРГУЛИС, А. Н. МАРЕЙ,
Н. Ю. ТАРАСЕНКО, Ю. М. ШТУККЕНБЕРГ

譯者

邢 叔 楊會第 張魯芝
呂世忠 堅國榮 姚宗敏 黃作能

初校者

呂世忠 楊會第 談生健 邵象伊

复校者

吳德昌 魏履新 李 冬 張卿西

人民卫生出版社

一九六三年·北京

014063

內 容 提 要

本書是供从事放射性物質卫生剂量检查工作的專門工作者、卫生医师、化学家等使用的方法指导書。

書中詳細地介紹了：卫生剂量检查工作的組織；空气、水、食品的采样方法及其中放射性物質的化学分析方法；空气受放射性气体和气溶膠污染程度的物理测量方法和工作面、衣服、皮肤污染水平的测量方法；X射綫和 γ 射綫外照射流的测量方法和个体剂量检查方法；固体和液体放射源的絕對和相对测量方法。書末并附有“运输、保存、登記和使用放射性物質的卫生規則”等資料。本書內容比較充實，介紹很多方法和实例，叙述簡練扼要，所以有重要的参考意义和实用价值。

СБОРНИК РАДИОХИМИЧЕСКИХ И ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДИК

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:

Н. Г. ГУСЕВА, У. Я. МАРГУЛИСА, А. Н. МАРЕЯ,

Н. Ю. ТАРАСЕНКО, Ю. М. ШТУККЕНБЕРГА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО МЕДИЦИНСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ МЕДГИЗ—1959—МОСКВА

放射化学及剂量測量方法手冊

开本: 787×1092/32 印張: 15¹⁴/₁₆ 字数: 343千字

呂 世 忠 等 譯

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)

• 北京崇文區綾子胡同三十六號 •

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店經售

統一書号: 14048·2710

1963年3月第1版—第1次印刷

定 价: 2.10元

印 数: 1—2,000

序 言

由于和平利用原子能的日趋广泛，制订并正确使用放射水平的检查方法，以求预防电离放射对人体健康的有害作用，具有特殊意义。

近十年来，不同机构与实验室拟定了许多放射化学与剂量测量方法，用以测量外部贯穿放射的照射水平，测量空气、地面水、土壤中放射性物质的有无，以及各种表面、工作服与皮肤受放射性物质污染的程度。

本书的编写目的，是给剂量物理测量工作者、卫生医师、化学工作者及其它在卫生剂量检查方面工作的专业人员以方法上的帮助。

本书中阐述了下列问题：

1. 在接触放射性物质工作的机构内外卫生剂量检查的组织原则，其中包括空气、水、食品、土壤等的样品采集法（第一、二、三、四章）。

2. 空气、水、污水、土壤、食品的样品中某些放射性物质的放射化学与化学测定方法（第三、四章）。

3. 空气受放射性气体与气溶胶污染的物理测量法，以及工作表面、衣服与皮肤污染水平的测量法（第五、六章）。

4. X放射和 γ 放射外照射的测量方法以及个人剂量检查方法（第七、八章）。

5. 固体和液体放射源放射性的绝对和相对测量方法（第九章）。

在附录中提供了电离放射综合作用时总剂量的计算方

法,放射性和剂量的单位,食品中放射性钾天然含量的资料以及运输、保存、登记和使用放射性物质的卫生规则主要条文,也包括了电离放射的最大容许水平。本书虽然提供了大量资料,但是有关剂量测量及放射化学方法的某些问题仍未涉及,特别是没有谈到中子、高能量的 γ 量子与高能量的核子的测量法以及 γ 放射的放射性测量法与某些其它方法。

虽然本书所推荐的方法大都经过实际的检验,但其中一部分仍难免存在缺点。如蒙读者对于全书或个别方法提出批评、建议与补充,作者等将无任感谢。

应当感谢 Ю. В. Сивинцев, Д. П. Ширшов 及其他同志在细心阅读原稿时提出的许多宝贵意见。

本书编者

目 录

第一章 对外界环境状况的卫生剂量检查的任务 (А. Н. Марей, Н. Ю. Тарасенко).....	1
第二章 受放射性物质污染的外界环境的卫生调查 组织和方法	8
第1节 排除液体放射性废弃物的下水道系统的卫生调查 (А. Н. Марей)	8
第2节 地面水的卫生调查(А. Н. Марей)	11
第3节 地下给水源的卫生剂量调查(А. Н. Марей)	20
第4节 自来水设备的卫生调查(А. Н. Марей)	21
第5节 地区的卫生调查(А. Н. Марей)	23
第6节 食品的卫生剂量检查组织(А. Н. Марей)	26
第7节 大气受放射性物质污染的测量组织与方法 (А. С. Зыкова)	30
文献	37
第三章 水、土壤、生物材料与空气中放射性物质的 放射化学测定法	39
概论(Е. Н. Беляева)	39
第1节 放射剂量测量用被检材料样品的制备 (Е. Н. Беляева)	41
第2节 放射性测量用大气放射性污染物样品的制备 (Г. П. Ефремова)	45
第3节 放射化学分析用水、生物材料、土壤与水底沉淀物 样品的制备(Е. Н. Беляева)	47
第4节 放射性铊与铋的测定(Е. И. Орлова)	51

第5节	放射性铯的測定(Е. Н. Беляев)	56
	(以上邢叔譯, 呂世忠校)	
第6节	污水中放射性铯的分离和測定(В. А. Сысоев, В. А. Свикуль)	59
第7节	放射性稀土族元素同位素总量的測定 (Е. Н. Беляев)	61
第8节	放射性銻的測定(Е. Н. Беляев)	65
第9节	污水中放射性鉍和放射性鐳組元素的測定 (В. А. Сысоев, В. А. Свикуль)	69
第10节	放射性鈳的測定(Н. М. Никитин)	72
第11节	污水中放射性鉛的分离与測定(В. А. Сысоев, В. А. Свикуль)	76
	(以上全国梁譯, 邵象伊校)	
第12节	污水中放射性鋳的分离与測定(В. А. Сысоев, В. А. Свикуль)	78
第13节	水中放射性碘的測定(Е. Н. Беляев)	80
	(以上邢叔譯, 呂世忠校)	
第14节	污水中放射性碘的測定(В. А. Сысоев, В. А. Свикуль)	83
第15节	放射性磷的測定(Е. Н. Беляев)	85
第16节	鉍的測定(Б. А. Степанов)	89
文献		93

(以上黃作能譯, 邵象伊校)

第四章 空气中某些放射性元素的放射化学及化学

測定方法	98
概論(М. С. Быховская, Н. Ю. Тарасенко)	98
第1节 空气采样(М. С. Быховская, Н. Ю. Тарасенко)	99
	(以上楊魯第譯, 呂世忠校)
第2节 分析方法(М. С. Быховская, Н. Ю. Тарасенко)	113
第3节 空气中鈾的測定(М. С. Быховская, Е. Т. Репина,	

	В. И. Бадьин, В. П. Кузьмина, Б. Желтов).....	118
	(以上呂世忠譯, 楊魯第校)	
第4节	空气中鈾的測定(М. С. Быховская)	140
第5节	其他 α 放射性产物存在下鐳的測定法(О. С. Андреева, Е. Е. Ковалев, М. М. Введенский)	143
第6节	鈾的測定(В. И. Бадьин, В. П. Кузьмина)	148
第7节	空气中放射性碘的測定(А. Ф. Сиволобова)	153
文献		155
第五章	空气受放射性气溶胶和气体污染的物理测量方法.....	157
	概論(Ю. М. Штуккенберг).....	157
	(以上張魯芝譯, 邵豫伊校)	
第1节	天然放射性气溶胶的放射性濃度的測定 (Г. В. Горшков, В. В. Зыбин, В. Ч. Кацапов, В. М. Козлюков)	165
第2节	用膜濾器測量空气中放射性灰尘含量 (Ф. К. Левочкин)	174
第3节	用ЭФ 2 型电濾器測定放射性气溶胶的濃度 (Ю. М. Штуккенберг, К. С. Калугин)	190
第4节	用液体濾器測量放射性气溶胶(Б. М. Семов, Юсов)	201
第5节	用鍾罩形計数管測量 β 放射性气体的放射性 (Л. М. Михайлов, А. Д. Туркин)	202
第6节	排出气体受放射性气体与气溶胶污染度的測定 (С. Попова, Б. М. Семов, Ю. Шестаков).....	210
第7节	空气中氡濃度的測量(В. И. Казаков, В. М. Кодюков)	219
第8节	空气中氡含量的自动检查.....	222
第9节	用“空气”壁电离室測量空气中放射性气体的濃度 (К. М. Богданов, М. И. Шаньков,	

Ю. М. Штуккенберг)	224
(以上邢叔譯, 楊魯第校)	
第10节 用置于固定容积中的圆柱形计数管测定 β 放射性 气体的浓度(В. В. Бочкарев)	231
文献	251
第六章 表面污染水平的测量方法	253
概論(Ю. М. Штуккенберг)	253
第1节 测量放射性物质污染表面最大容许水平的仪器 (Ю. М. Штуккенберг)	259
第2节 测量表面受放射性物质污染程度的仪器的标度 (Ю. М. Штуккенберг)	266
第3节 不能移动的表面(家具、设备和房間)污染的測定 (Ю. М. Штуккенберг)	272
第4节 工作服放射性污染的检查(Б. М. Семенов, . М. Санзорицкий)	283
第5节 手和身体受放射性物质污染的測定 (Ю. М. Штуккенберг)	288
第6节 用擦拭法測定表面的放射性污染(Б. М. Семенов, Ю. Шестаков, К. Орлова)	290
第七章 X放射和 γ 放射外照射流的测量方法 (У. Я. Маргулис, Б. М. Семенов)	296
概論	296
第1节 剂量检查的組織	300
第2节 剂量仪的标度	308
第八章 个人剂量检查方法	317
概論(У. Я. Маргулис)	317
第1节 个人照相检查(ИФК 法)(У. Я. Маргулис, Н. С. Никитин)	320
第2节 γ 射线和热中子流个人照相检查(ИФКН 法) (И. Б. Кеirim-Маркус)	330

第3节 利用充电式电离室的个人剂量检查(ИДК 法)	
(К. С. Калугин, Ю. М. Штуккенберг)	333
(以上談行健譯校)	
第4节 个人螢光检查(ИЛК 法)(И. Б. Кеirim-Маркус, М. С. Поршина)	340
第5节 个人检查結果的总结	345
文献	346
第九章 固体和液体放射源放射性的绝对和相对测 量方法	347
概論(Н. Г. Гусев)	347
第1节 用計数管測量放射性时的校正 (К. А. Труханов)	352
第2节 用钟罩形計数管測量 β 放射源的放射性 (К. А. Труханов)	390
第3节 厚样品放射性比度的測量(Ф. К. Левочкин)	410
第4节 无限大介質中放射性物質的放射性比度快速測量 方法(Н. Г. Гусев)	420
第5节 測量水溶液中少量 α 放射性物質的閃爍法 (Э. М. Ценер, В. И. Иванов, М. Г. Косолапов, Т. Д. Тальковская)	432
第6节 混合物中 β 放射性同位素的放射測量方法 (Н. Е. Цветаева, М. Н. Бруснецова)	443
文献	452
(以上楊魯第譯, 呂世忠校)	
附录	455
I. 运输、保存、登記和使用放射性物質的卫生規則	455
第1节 对工作場所、通风和設備的要求	455
第2节 放射性同位素操作規則	457
第3节 放射性同位素的登記、保存和运输	459
第4节 对排除和净化含有放射性同位素的廢物的卫生	

要求	463
第5节 个人防护和个人卫生措施	468
第6节 卫生生产教育与医学检查	470
第7节 剂量检查	471
第8节 附则	471
第9节 电离放射最大容許濃度暫行标准	472
(以上姚宗敏、邢叔譯, 楊魯第校)	
II. 电离放射綜合作用时总剂量的計算方法	
(H. Г. Гусев)	481
III. 放射性单位和剂量单位(H. Г. Гусев)	486
IV. 食品中放射性鉀的天然含量	491
V. 符号和縮写	494
(以上呂世忠譯, 楊魯第校)	

第一章 对外界环境状况的卫生 剂量检查的任务

在国民经济各部门中，原子能获得了广泛的应用。在制取或使用放射性物质的过程中，受到电离放射作用的人大大增加了。通常，在放射性物质的操作过程中，都产生各种放射性废弃物（液体的、固体的或气体的）。对此类物质的排除与无害化的工作如果组织得不正确时，它们即可能成为地面水、土壤、大气等的污染因素。

放射性物质与各种电离放射源的制取与使用工作，以及放射性废弃物的排除与无害化工作，其特点不同于接触非放射性化学物质的工作。这些特点是由元素的放射特性与衰变时放出具有有害生物作用的相应放射（ α , β , γ ）的能力所决定。在身体外照射与放射性物质进入体内时，放射对机体发生有害作用（进入体内时 α 与 β 放射是主要的危险）。

由于作用剂量与时间的不同，某些变化可能在比较早期出现，也可能在远期出现。放射性物质能蓄积于活的机体內，并为各种材料所吸收。电离放射不象其它有毒物质（例如刺激性气体）那样能为人的感觉器官所察觉。

只有利用特殊的记录仪器，例如各种剂量计、威尔逊室、Черенков 型计数器、照象胶片等，才能对空气、土壤、水中或任何表面上的放射性物质，做定量与定性测量。

为保护接触电离放射源的人们的健康，以及为防止使用放射性同位素的机构排出的放射性废弃物对居民健康的有害

影响,需要明确的组织与系统地进行卫生剂量检查,以保障安全的劳动条件与上述机构的外界环境的清洁。

由于必须进行经常的技术熟练的卫生剂量检查,要求在卫生防疫站及利用放射性物质的机构内设立专门的剂量检查部门的实验室,剂量检查部门成员内应有卫生医师、物理工程师、放射化学工作者与剂量测量技师参加。

在放射性物质的操作中,或由于外界环境受放射性废弃物的污染,可能产生有害因素。卫生剂量检查部门的任务即是要发现这些因素,据以制订必要的预防措施,并确定进行健康状况的医学观察时应考虑的所受剂量。除进行卫生剂量检查外,卫生剂量检查部门也检查有关放射性物质与电离放射源的现行规则、标准、指示与决定的执行情况。

卫生剂量检查必须与一般卫生检查结合起来,以便全面考虑和评价外界环境对人体影响的所有因素。在房间内必须考虑气象条件、某种有毒物质的存在与其浓度、噪音、工作时间内的体力负担等等。例如,为评价在基本粒子加速装置上(电子回旋加速器、同步加速器、回旋加速器等)操作时的劳动条件,除测量中子与 γ 射线放射水平之外,还必须测定空气中臭氧、氮的氧化物以及长波放射的强度。

进行地面水的卫生剂量调查时,除剂量测量外,要进行为获得全面的评价与卫生评价所必需的一切观察与研究(从水文测量到询问居民关于地面水的利用情况)。实验室在检查送到的水样时,除进行放射测量与放射化学分析外,应做卫生化学检查,有时还应做细菌学检查。只有具备了关于地面水、水形学、岸边地形学、水文学特点、水的化学成分、植物群、动物群的完全材料,以及了解了地面水利用的性质、地面水污染的成分与程度之后,才能对地面水得出完整的概念和详尽的

卫生评价。同样地这也适用于研究大气、土壤、住宅等的状况。

必须在制取或使用放射性物质的场所内外，进行剂量检查。

在进行放射性物质与电离放射源的操作时，必须在主要房间、邻近房间与辅助房间内，于工作人员长期与临时停留的工作地点，在正常作业条件下与调整拆修和事故处理的期间，系统地进行卫生剂量检查。在后一种情况下，为了拟订为消除工作人员过度照射所需要的工作计划，要求在考虑到一切可能照射的条件下组织预测。一切调整、修理与事故处理工作，皆应在剂量检查部门工作人员直接观察下进行。

依工作性质与放射源的不同，进行电离放射的剂量测量与空气中放射性气体和气溶胶含量测定，可利用固定装置或携带式剂量计（见第四、五、七章）。

在空气环境受污染的同时，设备、家具、建筑结构、以及工作人员的服装与皮肤可能受 α 或 β 放射体的污染。表面污染是 γ 或 β 放射的附加来源，此外，例如在射气元素（镭、钍等）污染时，还可能排出放射气溶胶与放射性气体。

皮肤上，特别是在手上存在放射性物质，从其进入体内的意义上看来，具有潜在的危险。因此对皮肤的清洁正确地进行剂量检查具有很大意义。特别是在工作过程中、清洗后、进食前、下班前，必须进行适当的测量。对所有个人防护工具，应做剂量检查。污染水平可用剂量测量仪器测量。检查工作服时必须考虑到工作的特点，因为在工作过程中放射性污染的分布是不均匀的。

测定每个工作人员经常和临时操作电离放射源所受的照射累积剂量，是卫生剂量检查的重要部分之一。测定照射剂

量采用个人剂量计。

必须考虑工作的性质，把感光板的暗盒或剂量测量计放置于预计照射量最大的部位。有时是胸部，有时是腹部、头部或身体的其它部分。如果推测脚或手的照射量高，则必须同时要给工作者放两个剂量计，一个应放在手上或脚上，另一个放在胸部或腹部，用以检查局部的和全身的照射剂量(见第八章)。

在放射性物质的操作中，常常发生几种电离放射的综合作用，例如在反应堆工作时除 γ 放射以外，还可能有热中子、快中子、放射性气体与气溶胶的作用；此外皮肤的污染可能是放射性危害的来源。

当有各种电离放射综合作用与可能有外照射与内照射时，为评价剂量，必须单独检查每种放射，并在相应的换算后汇总。为确定放射性气体与气溶胶的作用剂量，应当预先确定在进行各种操作中和每种操作所需时间(工作日中工时测定)中，放射性气体和气溶胶的含量，然后换算成生物伦琴当量(见附录Ⅱ)。

剂量检查的性质与必须进行的分析和测量的数量，以及使用哪种仪器，决定于提出的任务、工作量与具体条件。

如果是使用密封于安瓿内的 γ 放射源(例如 γ 探伤仪， γ 治疗仪等)，则剂量检查只限于测量 γ 放射水平与确定工作者接受的 γ 放射累积剂量。使用开放状态的放射性物质(例如操作荧光放射涂料)时，卫生剂量检查的工作范围要增大。在这种情况下，要检查工作房间内造成的 γ 放射剂量，空气中放射性气溶胶(镭、氢的衰变产物)与放射性气体氡的浓度以及皮肤、工作服、地板、设备等的污染水平。因此在每一个情况下，开始进行某种检查前，必须查明用何种放射性物质与有毒

物质进行工作,工作性质如何,在工作地点制剂的放射水平如何。确定放射种类、放射能量、半衰期、放射性物质进入空气中的物态(气态、蒸气态或气溶胶)。确定放射性物质的可能来源和确定皮肤表面、衣服和物体表面等的污染条件如何。

了解工作性质之后,应当按照调查目的,预先拟订具体计划。计划中指明所需测量和分析工作的种类和范围;并预先确定空气采样地点等等。调查的计划由工业卫生医师与剂量物理测量人员共同拟定,必要时吸收化学工作者与通风专家参加。

卫生剂量检查应定期进行,以便能及时发现防护措施、通风系统工作状况、密封手套与其它放射性安全措施的任何变化和这些措施的可靠性。

对劳动条件的经常性剂量检查,应由使用放射性物质工作的机构负责,组织人力和物力实行,由卫生防疫站进行定期工业卫生检查。

在外界环境可能受操作放射性物质的机构的液体、固体或气体废弃物污染的地方,必须对此外界环境的清洁程度进行剂量检查。根据废弃物的种类及其排除途径,进行适当的观察与研究(见第二、三章)。这方面的工作条件和工作方法是多种多样的,但都是为了解决一个基本任务——预防放射性物质与放射对居民健康的作用。为达到这个目的,需适当地组织并进行卫生防护工作,以防止地面水、地下水、大气、土壤、住宅与食品受放射性物质的污染。

这些工作的主要内容是:及时并充分发现可能的污染源、放射性废弃物的质量特点以及遭受这些废弃物作用的外部环境状况(扩散的范围与性质、放射性物质的污染水平),最后是确定人体接受的剂量。

进行卫生剂量检查的方向可以不同，这取决于放射性废弃物向机构外排出的途径、放射性物质的排出量及其性质。

大家都知道主要排出途径是：(1)含放射性物质的污水排入地面水中；(2)放射性气体与气溶胶排入大气中；(3)放射性固体废弃物排至农业用的地面上或埋入地下。卫生剂量检查系统的建立也应与此相适应。但是，如果认为只应对放射性废弃物直接放入的环境进行观察，是不正确的。这里还应考虑到这样一种状况，即在许多因素作用下，放射性物质可以部分地或完全地转移，由液相转入为固相等。所以也应对由于沉降、吸着和置换过程等而存在有放射性物质的环境进行卫生检查。

例如，保证地面水清洁的卫生剂量检查应包括：(1)相应地观察含有或可能含有放射性物质的污水；(2)直接检查地面水本身，观察水的清洁度、水底沉淀物及生物群；(3)监督岸边地区，包括观察由该地面水灌溉的谷地的河滩土壤的清洁度以及地上(岸边)有代表性的植物与动物群，特别是常与地面水接触的动物与禽类。

同样，在对大气清洁度进行卫生剂量检查时，不应只限于测量直接含在空气中的放射性气体与气溶胶的放射性，也应观察放射性污染物可能散布地区内的地表面与地面植物的清洁度。这些观察的材料，不仅可以说明由大气沉降的放射性沉降物的量，也可说明放射性沉降物的逐渐聚积的情况。

对土壤清洁度进行卫生剂量检查时，也应同时对生长在
该地区内的植物的放射性污染进行测量。此外也应观察放射性物质由土壤向地下水的转移情况以及由于腐蚀过程而发生的转移。

外界环境状况卫生剂量调查工作的结尾，是对获得的材