

卫生保健

废弃物的安全处理

A.Prüss

E.Giroult 编

P.Rushbrook

王振刚 主译



人民卫生出版社



世界卫生组织

卫生保健废弃物的安全处理

A. Prüss
E. Giroult 编
P. Rushbrook

王振刚 主译

译者(以姓氏笔画为序)

王 慧 王灵菇
王俊梅 秦 颖
焦 健 廖小燕

人 民 卫 生 出 版 社



世界卫生组织委托中华人民共和国卫生部
由人民卫生出版社出版本书中文版



©世界卫生组织 1999

根据《世界版权公约》第二条规定,世界卫生组织出版物享有版权保护。要获得世界卫生组织出版物的部分或全部复制或翻译的权利,应向设在瑞士日内瓦的世界卫生组织出版办公室提出申请。世界卫生组织欢迎这样的申请。

本书采用的名称和陈述材料,并不代表世界卫生组织秘书处关于任何国家、领土、城市或地区或它的权限的合法地位、或关于边界或分界线划定的任何意见。

本书提及某些专业公司或制造商号的产品,并不意味着它们与其它未提及的类似公司或产品相比较,已为世界卫生组织所认可或推荐。为避免差讹或遗漏,专利产品第一个字母均用大写字母以示区别。

卫生保健废弃物的安全处理

编 者: A. Prüss 等

主 译: 王 振 刚

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园3区3号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 880×1230 1/16 印张: 11.75 插页: 8

字 数: 349(千字)

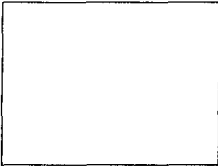
版 次: 2000年11月第1版 2000年11月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 7-117-03863-2/R·3864

定 价: 36.50 元

著作权所有,请勿擅自用本书制作各类出版物,违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)



前 言

为了减少疾病，保护人类的健康，在卫生保健服务过程中不可避免地会产生废弃物，并且反过来给卫生人员自身健康带来危害。这些废弃物所带来的感染和损伤比任何其它废弃物的危险要大得多。因此，无论废弃物是怎样产生的，安全、可靠的处理废弃物方法是最重要的。对卫生保健废弃物处理不当或不充分，都会给健康和环境带来严重的后果。因此，切实做好卫生保健废弃物处理，是环境卫生和保护的重要组成部分。

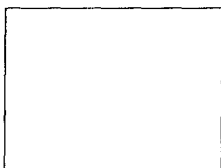
在短期和长期两方面，进行有效的卫生保健废弃物处理要求各方面的合作和协调。国际上需要制订和协调政策，而在各国各地区需要落实管理。建立一整套的国家政策、法律体系、人员培训及提高公众意识，是成功实施卫生保健废弃物处理的重要条件。在鼓励社区参加制订和实施政策、计划的活动中，提高公众意识是最重要的。因此，卫生保健废弃物处理应该是多方面的系统工程，应该成为卫生保健服务的一个组成部分。

为了达到这个目的，WHO 和 WHO 欧洲环境卫生中心(法国南锡)共同发起成立一个国际工作组，特别为帮助发展中国家编写一份工作指南。工作组包括了在废弃物管理活动中私人部门和公众的代表。编写本书的目的是为基层卫生保健废弃物管理者提供一本简明、实用的指导手册。本书是他们辛勤工作的结果，是为了提供关于卫生保健废弃物处理国际咨询的第一本读物。这份指南完善、充实了在过去不同地区所出版的读物。

WHO 热烈欢迎广泛传播这本指南，并且准备帮助读者在本国实际应用。本书是为发展中国家改进卫生保健废弃物管理的需要而编写的，并且还将继续努力加工修改，欢迎读者的反馈意见，使用本书后有什么建议和评论，请寄信到 Department of Protection of Human Environment, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland.

WHO 还编写了教师指导，是这本手册的补充 (Prüss A, Townend WK, Teacher's guide: management of wastes from health-care activities; 未发表的文件, WHO/EOS/98.6), 可以从 Marketing and Dissemination, WHO, 1211 Geneva 27, Switzerland 获得此书。本书含 3 天培训课程、幻灯片、投影片、练习、图片说明以及培训建议。

Annette Prüss
Eric Giroult
Philip Rushbrook



目 录

1	概述	1
2	卫生保健废弃物的定义和特征	2
2.1	卫生保健废弃物的定义和分类	2
2.1.1	定义	2
2.1.2	感染性废弃物	3
2.1.3	病理性废弃物	3
2.1.4	锋利物	3
2.1.5	药物性废弃物	3
2.1.6	遗传毒性废弃物	3
2.1.7	化学性废弃物	4
2.1.8	重金属废弃物	5
2.1.9	高压容器	5
2.1.10	放射性废弃物	6
2.2	卫生保健废弃物的来源	7
2.3	卫生保健废弃物的产生	10
2.4	危险性卫生保健废弃物的理化特性	13
	参考文献	15
3	卫生保健废弃物对健康的影响	17
3.1	卫生保健废弃物的危害	17
3.1.1	危害的类型	17
3.1.2	高危人群	17
3.1.3	感染性废弃物和锋利物的危害	17
3.1.4	化学性、药物性废弃物的危害	18
3.1.5	遗传毒性废弃物的危害	19
3.1.6	放射性废弃物的危害	20
3.1.7	公众敏感性	20
3.2	卫生保健废弃物对公共卫生的影响	20
3.2.1	感染性废弃物及锋利物的影响	20
3.2.2	化学性和药物性废弃物的影响	22
3.2.3	遗传毒性废弃物的影响	22
3.2.4	放射性废弃物的影响	22
3.3	环境中病原微生物的存活	23
3.4	深入研究的建议	23

参考文献	23
4 政策、法律及法规	26
4.1 国际协议、基本法律及主要条例	26
4.2 法律条文	26
4.3 政策文件及技术指南	27
参考文献	27
5 卫生保健废弃物管理计划	28
5.1 管理计划的重要性	28
5.2 废弃物管理的国际建议	28
5.3 卫生保健废弃物管理的国家计划	28
5.3.1 国家管理计划的目的	28
5.3.2 为国家计划制定详细的行动计划	28
5.4 卫生保健机构的废弃物管理计划	37
5.4.1 确定责任	37
5.4.2 管理结构、联络途径和任务	38
5.4.3 废弃物产生评估	42
5.4.4 制定废弃物管理计划	42
5.4.5 废弃物管理计划的实施	43
5.5 少量分散的卫生保健废弃物的管理	45
5.5.1 基本原则	45
5.5.2 私人开业的医生和牙医	45
5.5.3 研究活动	45
5.5.4 护理中心	46
5.5.5 家庭治疗	46
5.5.6 救护服务	46
5.5.7 兽医研究中心	46
参考文献	46
6 减少废弃物产生、再生和再利用	48
6.1 减少废弃物产生	48
6.2 安全再利用	49
7 卫生保健废弃物的处理、存放及运输	51
7.1 废弃物的分类和包裹	51
7.2 废弃物的现场收集、运输及堆放	53
7.2.1 收集	53
7.2.2 堆放	53
7.2.3 运输	54
7.3 废弃物的运离	54
7.3.1 调控体系	54
7.3.2 运输过程中的特殊包装要求	57

7.3.3 标签	59
7.3.4 放射性废弃物的标签	61
7.3.5 运输前准备工作	61
7.3.6 运输车辆或容器	61
7.3.7 运输路线	62
参考文献	63
8 卫生保健废弃物的处置技术	64
8.1 焚化	64
8.1.1 焚化的原理	64
8.1.2 热解焚化炉	67
8.1.3 回转炉	70
8.1.4 使用市政焚化炉的焚化	70
8.1.5 符合最低要求的焚化法选择	71
8.1.6 焚化炉的环境控制技术	73
8.2 化学消毒	78
8.2.1 简单的化学消毒过程	78
8.2.2 市售的化学消毒处理系统	83
8.3 湿式和干式热处理	83
8.3.1 湿式热处理	83
8.3.2 压缩填入的技术	86
8.4 微波辐射法	86
8.5 填埋处理法	88
8.5.1 市政废弃物处理场	88
8.5.2 封装	90
8.5.3 医院内的就地安全填埋	91
8.5.4 残余物的填埋处理	91
8.6 惰化处理	91
参考文献	93
9 各类卫生保健废弃物处置方法的实施	95
9.1 感染性废弃物和锋利物品	95
9.2 药物性废弃物	96
9.2.1 少量药物性废弃物的处置	96
9.2.2 大量药物性废弃物的处置	96
9.3 细胞毒性废弃物	97
9.4 化学性废弃物	98
9.4.1 一般化学性废弃物的处置	98
9.4.2 少量的危险化学性废弃物的处置	99
9.4.3 大量的危险化学性废弃物的处置	99
9.5 含高浓度重金属的废弃物	99
9.6 高压容器	100
9.7 放射性废弃物	100

9.7.1	放射性废弃物分类	100
9.7.2	放射性废弃物的分类和定性	101
9.7.3	放射性卫生保健废弃物的管理	102
	参考文献	106
10	废水的收集和处理	108
10.1	卫生保健机构产生的废水的特点和危害性	108
10.1.1	微生物类病原体	108
10.1.2	有害的化学物质	108
10.1.3	药物性物质	108
10.1.4	放射性同位素	108
10.1.5	相关的危害性	108
10.2	废水管理	109
10.2.1	与城市污水处理厂的连接	109
10.2.2	废水的现场处理和预处理	109
10.3	实施最低标准的卫生保健机构可选择的方法	110
10.3.1	污水池处理	110
10.3.2	最低的安全要求	110
10.3.3	卫生设施	110
	参考文献	111
11	卫生保健废弃物管理的成本	112
11.1	原则	112
11.2	筹措资金的方法	112
11.3	成本估计	113
11.4	对减少成本的建议	115
12	卫生保健行业工作人员和废弃物处理工人的健康和安全防护	117
12.1	原则	117
12.2	工人的防护	117
12.2.1	防护服	117
12.2.2	个人卫生	118
12.2.3	预防免疫	118
12.2.4	管理措施	119
12.2.5	清除有潜在危险性溢出物的特殊预防措施	119
12.2.6	对损害和暴露的应急措施	119
12.3	细胞毒素的安全性管理	119
	参考文献	120
13	紧急措施	122
13.1	原理	122
13.2	处理溢出物	122
13.3	上报事件	124

14 医院卫生与感染控制	125
14.1 目标	125
14.2 医院感染流行病学	125
14.2.1 从污染到感染的过渡	125
14.2.2 感染来源	126
14.2.3 传播途径	127
14.3 医院感染的预防	127
14.3.1 原则	127
14.3.2 隔离感染病人与标准预防	128
14.3.3 清洗	129
14.3.4 灭菌	130
14.3.5 消毒	130
14.3.6 手的卫生	131
参考文献	132
15 培训	133
15.1 卫生保健废弃物危险性知识教育	133
15.2 对医疗保健工作人员的教育和培训	133
15.2.1 原则	133
15.2.2 培训课程的实施	135
15.3 对卫生保健废弃物管理工作者的培训	136
15.3.1 对废弃物运输工作者的培训	137
15.3.2 对处理厂工作者的培训	137
15.3.3 对填埋工作者的培训	137
16 卫生保健废弃物管理的最低标准	139
16.1 基本原理	139
16.2 卫生保健废弃物的分类	140
16.2.1 废弃物种类	140
16.2.2 分类和盛放	141
16.2.3 安全搬运和储存	142
16.3 卫生保健废弃物的最少化和安全再利用	142
16.3.1 化学性和药物性物品	142
16.3.2 高压容器	142
16.3.3 汞	143
16.3.4 可重复使用的锋利物	143
16.4 危险性废弃物的净化和处理	143
16.4.1 热处理	143
16.4.2 湿热式消毒	144
16.4.3 化学消毒	145
16.4.4 密封处理	145
16.5 危险卫生保健废弃物的分类管理	147

16.5.1	感染性废弃物和锐利物	147
16.5.2	药物性废弃物	147
16.5.3	化学性废弃物	148
16.5.4	细胞毒性废弃物	148
16.5.5	放射性废弃物	149
16.5.6	高压容器	149
16.5.7	废旧电池和温度计	149
16.6	工人的培训和安全工作	149
	参考文献	150
	本书中所用术语列表	151
附录 1	对一典型成年病人治疗的放射性活度参考标准	156
附录 2	细胞抑制剂的化学降解途径	159
附录 3	放射性固体废弃物的清除水平	184
附录 4	发生致癌物和致突变物污染事故后所采取的措施	187

1

概述

针对卫生保健机构内外产生的废弃物，本书介绍一些安全、高效、可持续的处理方法，希望这些方法是可以负担得起的，并且不违背各地的风俗习惯。本书特别介绍处理废弃物的基本过程和技术指导，而更复杂和更先进的方法只是稍稍带过，其中有一些还正在发展之中。偏远地区或资源有限的规模较小的卫生保健机构，可以采用本书第 16 章所推荐的最低标准的废弃物处理方案。

世界卫生组织出版本书的目的，不仅是为了促进卫生保健废弃物的安全处理及推广运用适当的技术，还为了阐明由于未充分处理卫生保健废弃物所造成的健康危害。本书所提供的建议旨在帮助国家和个体医疗组织加强对卫生保健废弃物的管理。一些国家可以发展自己的法规和办法，另一些国家则可选用这本书所提供的信息作为它们政策和指导的基础。该书面向公共卫生、医院及其它卫生保健机构的管理者、政策制定者、执法者、废弃物处理者和环境卫生专家。

卫生保健废弃物的处理以及存在的一些技术问题，很受社会经济和文化环境的影响。有一个设计很好的处理废弃物的政策、一个法律框架以及局部落实的计划是必要的，其效果将逐渐显露，并且在长期的技术和经济上应该是可持续性的。

医院和其它卫生保健机构有责任保护环境及公共卫生，并且对它们产生的废弃物负有特殊的责任。这种责任就是要确保它们在废弃物的处理和放置过程中不产生对健康和环境的不良后果。通过落实卫生保健废弃物管理的政策，包括本书所列的各个方面，医学和研究机构应该为工作人员和公众创造一个健康和安全环境。

应该说明，本书不是专讲动物卫生保健或兽医机构所产生的废弃物处理。所提及的动物仅指用于人类医学研究中所用的动物。

(王慧 译)

2.1 卫生保健废弃物的定义和分类

2.1.1 定义

卫生保健废弃物包括卫生保健机构、研究机构和实验室产生的所有废弃物。此外，它还包括各个分散点如家庭卫生保健(透析、胰岛素注射等)所产生的废弃物。

75%~95%的卫生保健废弃物为一般生活垃圾，主要在卫生保健机构的管理、建筑物的维修中产生。另外10%~25%的卫生保健废弃物对人体的危害较大(见第3章)。本书仅着重阐述有健康危害的卫生保健废弃物(也称卫生保健危险废弃物)，而其它的一般废弃物可按城市垃圾处理原则进行处理。

表2.1列出了卫生保健废弃物的分类，本章2.1.2~2.1.10对各类废弃物进行了详细阐述。

表 2.1 卫生保健废弃物的分类

废弃物类型	特征及例子
感染性废弃物	带有病原菌的废弃物 例：实验室所用的培养基，来自传染病房的废弃物，被血或体液污染的材料和仪器，排泄物
病理性废弃物	人体组织或体液 例：部分躯体、死胎、血液、体液
锋利物	锐利的废弃物 例：针头、解剖刀、手术刀、输液器、碎玻璃
药物性废弃物	含有药物的废弃物 例：已过期、被淘汰的药品或被污染的药瓶
遗传毒性废弃物	废弃物含有遗传毒性成分 例：细胞毒性药物(常用于肿瘤治疗)，遗传毒性化学剂
化学性废弃物	含有化学剂的废弃物 例：实验室的试剂，胶片冲洗液，消毒剂，溶剂
含重金属的废弃物	电池、破碎的温度计、血压计等
高压容器	钢瓶、气罐
放射性废弃物	含有放射性物质的废弃物 例：放射治疗和研究的废液，污染的玻璃器皿、包装或吸收纸，放射性核素检查或治疗的病人尿和排泄物，打开或未打开的放射源

2.1.2 感染性废弃物

感染性废弃物指可能含有病原菌(细菌、病毒、寄生虫或真菌)的废弃物,其浓度或数量足以对人致病。主要包括以下几类:

- 实验室所用的菌落及病原株培养基和保菌液;
- 传染病人手术或尸解后的废弃物(如:组织、被血或体液污染的材料和仪器);
- 来自传染病房的废弃物(如:排泄物、手术或感染伤口上的敷料、被血或体液严重污染的衣服);
- 传染病人血透析中产生的废弃物(如:透析设备、试管、过滤器、用过的毛巾、睡衣、围裙、手套、实验用白大衣);
- 实验室感染的动物;
- 传染病人或动物接触过的任何其它设备和材料。

注意:感染性的锋利物属感染性废弃物,但其处理方法见 2.1.4。带有高传染性因子的培养基或保菌液以及来自尸体解剖、动物或其它接种过或接触过传染性因子的废弃物,统称为高传染性废弃物。

2.1.3 病理性废弃物

病理性废弃物包括组织、器官、部分躯体、死胎和动物尸体、血液、体液。在这些类别中,能够辨认的人或动物躯体称解剖性废弃物,即便其来自健康躯体,也属感染性废弃物。

2.1.4 锋利物

锋利物指能对人扎伤或割伤的物体,包括针头、皮下注射针、解剖刀、手术刀、输液器、手术锯、碎玻璃及钉子。不论是否污染,这些物体都属于高度危险的卫生保健废弃物。

2.1.5 药物性废弃物

药物性废弃物包括过期、被淘汰、压碎或污染的药品、疫苗、血清。这些药物需要采取恰当措施处理。这类废弃物同时还包括药瓶、药盒、手套、面具、连接管等。

2.1.6 遗传毒性废弃物

遗传毒性废弃物危险性较大,可能有致畸、致突变、致癌性。在医院和处理以后都可能引起严重的安全问题,应特别注意。遗传毒性废弃物不仅包括已明确的抑制细胞的药物,还包括化学或放射治疗病人的呕吐物、尿或粪便。细胞毒性药物(或称抗肿瘤药物)是这一类废弃物中的主要物质。这类药物能杀死或阻碍特定细胞的生长,不但用于肿瘤的化疗,而且还在器官移植及免疫性疾病的治疗中作为免疫抑制剂。在肿瘤医院及放射治疗科室,这类药物应用广泛,在医院的其它科室以及其它研究单位的应用也逐年增长。

卫生保健常用的遗传毒性物质见框 2.1。

框 2.1 卫生保健服务中常用的遗传毒性物质^a

致癌剂

化学剂：苯

细胞毒性及其它药物：硫唑嘌呤、苯丁酸氮芥、氮芥、环孢霉素、环磷酰胺、苯丙氨酸氮芥、司莫司汀、三苯氧氨、硫替派

放射性物质：(本书中放射性物质单列为一类)

可能或可疑的致癌剂

细胞毒性及其它药物：阿扎胞苷、博来霉素、亚硝尿氮芥、氯霉素、氯胺菌素、顺铂、顺铂氨、达卡巴嗪、道诺霉素、吡喃羟甲三嗪、阿霉素、萘酚平、甲硫脲、灭滴灵、丝裂霉素、去甲基安定、硝唑咪、苯妥英、非那西汀、苯巴比妥、甲基苄肼、盐酸、黄体酮、苯丙氨酸氮芥、链霉素、三氯次甲

^a按国际癌症研究组织工作组分类

细胞抑制剂的分类：

- 烷化剂：引起脱氧核糖核酸甲基化，导致 DNA 交联及遗传密码错译；
- 抗代谢剂：抑制细胞核酸的合成；
- 有丝分裂抑制剂：阻碍细胞复制。

细胞毒性废弃物的来源：

- 配药和用药阶段的污染材料，例：注射器、针头、药瓶、药袋；
- 过期的药物、多余的溶液、从病房拿回的药物；
- 病人用药 48 小时(最长可达 1 周)内的尿、粪、呕吐物，可能含有细胞毒性药物及其代谢产物。

肿瘤医院排放的废弃物中，遗传毒性废弃物(包括细胞抑制剂和放疗药物)约占 1%。

2.1.7 化学性废弃物

化学性废弃物即在诊断、实验、清洁、管理、消毒过程中产生的固体、液体、气体。其可能有害也可能无害。为了保护机体，具有下列属性之一，即认为是有害的。

- 毒性；
- 腐蚀性(例：pH < 2 的酸，pH > 12 的碱)；
- 易燃性；
- 反应性(易爆炸，易与水反应)；
- 遗传毒性。

不具上述任何属性的废弃物为无危害的化学废弃物，如糖、氨基酸、一些有机或无机盐。

在卫生保健机构的运转过程中，不可避免地会产生有害的化学废弃物，下面讨论其主要成分：

甲醛

甲醛是医院主要的化学性废弃物。它主要用于清洗和消毒设备(例如血透仪、手术设备)、保存标本、杀菌，还广泛应用于病理、解剖、透析、防腐及护理部门。

摄影用剂

X线科经常用到定影剂和显影剂。定影剂含有5%~10%的对二苯酚、1%~5%的氢氧化钾及不到1%的银。显影剂含有近45%的戊二醛。在冲洗液和定影剂中都用到了乙酸。

溶剂

医院内的很多科室，包括病理、组织实验室及工程科室，都会产生大量废液。常用的医用溶剂包括卤代物(如三氯甲烷、致冷剂)及非卤代物(二甲苯、甲醇、异丙醇、甲苯、乙酸乙酯、甘油三酯)。

有机化学物

卫生保健服务过程中产生的有机化学物如下：

- 擦地板时用的酚类消毒液，工作房及洗衣房用的高氯乙烯；
- 真空泵所用的油，医院内车辆用过的油；
- 杀虫剂、杀鼠剂。

无机化学物

无机化学废弃物主要包括酸和碱(如：硫酸、盐酸、硝酸、铬酸、氢氧化钠和氨水)，还包括一些氧化剂(如：高锰酸钾、铬酸钾、)及还原剂(如：亚硫酸氢钠、亚硫酸钠)。

2.1.8 重金属废弃物

重金属废弃物是毒性较高的有害化学废弃物。汞是其中典型的一类，主要来自于打碎的温度计、血压计。随着电子传感器的应用，汞的用量也在逐渐降低。泄漏的汞要尽可能回收。口腔科的废弃物中常含有高浓度的汞。镉污染主要来自废弃的电池。铅污染来自X光科中含铅屏蔽板。砷污染来自药物性废弃物。

2.1.9 高压容器

卫生保健服务中用到许多种气体，是装在高压钢瓶或气罐中的(见框2.2)。这些气体用过以后，有些钢瓶可以再利用，但要注意，有些钢瓶必须处理掉。

无论是惰性气体还是有害气体，高压钢瓶内的残留气都必须小心处理。一旦点燃或撞击，可能引起爆炸。

框 2.2 卫生保健常用的气体

麻醉性气体

一氧化氮、挥发性卤代烃类(如：氟烷、异氟烷、不饱和氟烷)。目前，后者广泛取代乙醚和氯仿。

应用：在手术室、产房、救护车、口腔科、病房作为镇静剂。

氧化乙烯

应用：手术器械、医疗设备的集中消毒，手术室的消毒。

氧气

中心管道供给或存于钢瓶中。

应用：病人吸入。

压缩性气体

应用：实验室、吸入治疗设备、维护设备、环境控制系统。

2.1.10 放射性废弃物

背景知识

电离辐射与燃烧不同，感官上不能觉察。除非个体接受了很高剂量的照射，一般不会有急性反应。医疗上主要应用的是 X 射线、 α 及 β 粒子、 γ 射线。这些电离辐射在实用中的区别是，X 线是从 X 线发射管产生，只有打开发生装置，才能从 X 线管发出 X 射线，而其它三种射线是从放射性核素产生的，是不能靠开关控制的，只能用屏蔽物屏蔽。

放射性核素不断地通过自然裂解，衰变为另一种新的核素，同时放出能量。这个过程伴有一种或多种射线产生，如 α 粒子、 β 粒子和 γ 射线。它们可引起细胞质的离子化，因而具有遗传毒性。

- α 粒子包括质子和中子，带正电荷，有较低穿透力，在吸入或咽下时才对人体有害。
- β 粒子为带负电荷的电子，穿透力强，能穿透人的皮肤，引起细胞内蛋白或其成分的离子化。
- γ 射线为与 X 射线相似的电磁波，但波长较短，穿透力强，需要用铅或厚水泥板作为屏蔽。

“半衰期”是衡量放射性核素放射活度衰减一半所需的时间。每一种放射核素的半衰期是恒定的，不同元素的半衰期不同，从不到一秒到百万年。放疗中常用的放射性核素的半衰期见表 2.2。

放射性核素的活度与衰变率有关，标准国际单位为 Bq (旧单位为 Ci)。SI 单位已被 Curie (居里)Ci 代替。

1 Bq = 每秒衰变量

1 Ci = 3.7×10^{10} Bq

暴露在放射性环境中，单位物体吸收的能量称吸收剂量，单位为 Gy (旧单位为 rad, 1 Gy = 100 rad)。但是，不同生物的不同组织，照射产生的效果不同，因而，在同样的照射条件下，不同器官或组织吸收剂量的权重不同，所以就产生了当量剂量，用 Sv 表示 (旧单位为 rem, 1 Sv = 100rem)。

卫生保健用的放射性核素及其废弃物

放射性废弃物包括被放射性核素污染了的固体、液体和气体。进行组织或体液的体外分析、体内器官摄影及肿瘤定位以及各种研究和治疗，均可产生放射性废弃物。

在卫生保健工作中，有开放源放射性核素及密封源放射性核素。开放源通常为液体，直接应用且不密封。密封源是在设备中的某一部分含有放射性核素，或把核素装入不渗漏或不易破碎的种子状或针状物体体内。

卫生保健放射性废弃物通常是短半衰期物质，失活较快 (见表 2.2)。有些治疗过程须用到长半衰期物质，它们通常被做成种子状或钉状、针状，用于绝育后的病人。

卫生保健放射性废弃物的活度常较低 ($< 1\text{MBq}$)。密封源类型的废弃物可能有相当高的放射活度，但它只从大医疗单位和实验室产生少量，并且又能退回供应商，所以总量不大。使用放射性物质以及所产生的废弃物的主要工作见框 2.3。用于核医学诊断的核素以及每个诊断实验的最大活度见附录 1 的表。

表 2.2 卫生保健服务中常用的放射性核素^[1]

放射性核素 ^[2]	射线	形式	半衰期	用途
³ H	β	开放源	12.3 年	研究
¹⁴ C	β	开放源	5730 年	研究
³² P	β	开放源	14.3 天	诊断治疗
⁵¹ Cr	γ	开放源	27.8 天	体外诊断
⁵⁷ Co	β	开放源	271 天	体外诊断
⁶⁰ Co	β	密封源	5.3 年	诊断治疗、研究
⁵⁹ Fe	β	开放源	45 天	体外诊断
⁶⁷ Ga	γ	开放源	78 小时	造影
⁷⁵ Se	γ	开放源	119 天	造影
⁸⁵ Kr	β	开放源	10.7 年	造影、研究
^{99m} Tc	γ	开放源	6 小时	造影
¹²³ I	γ	开放源	13.1 小时	诊断治疗
¹²⁵ I	γ	开放源	60 天	诊断治疗
¹³¹ I	β	开放源	8 天	治疗
¹³³ Xe	β	开放源	5.3 天	造影
¹³⁷ Cs	β	密封源	30 年	治疗、研究
¹⁹² Ir	β	密封源(带状)	74 天	治疗
¹⁹⁸ Au	β	密封源(粒状)	2.3 天	治疗
²²² Rn	α	密封源(粒状)	3.8 天	治疗
²²⁶ Ra	α	密封源	1600 年	治疗

[1] 资料来自世界卫生组织(1985 年)

[2] 在卫生保健中大量应用³H 和¹⁴C

在卫生保健及科研中,因放射性核素的应用、储藏及相关仪器的维修等,产生的放射性废弃物可分为以下几类:

- 密封源;
- 用过的核素发生器;
- 低活度的固体废弃物,如:吸收纸、拖把、玻璃器皿、注射器、小药瓶;
- 放置放射性物质容器内的残余物、诊断和治疗后多余的溶液;
- 与水不相溶的液体,如:放射免疫实验中用于液闪记数的残余液、被污染的油;
- 放射性泄漏及除污时产生的废弃物;
- 用开放性放射性核素诊断和治疗的病人的排泄物;
- 低活度的液体废弃物,如:刷洗器械时产生的污水;
- 储藏室内的废气。

2.2 卫生保健废弃物的来源

根据产生的废弃物量的大小,可分为主要来源及次要来源。

主要来源如框 2.4 所示