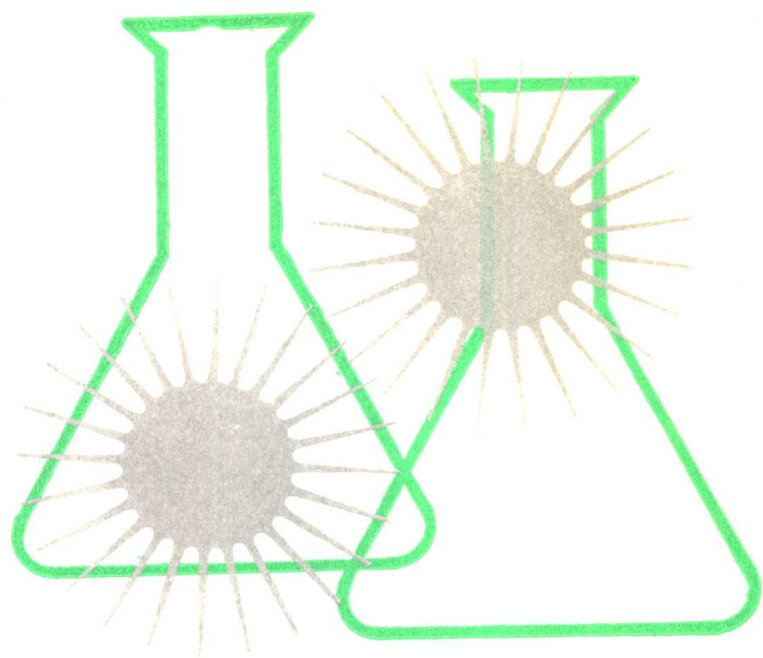
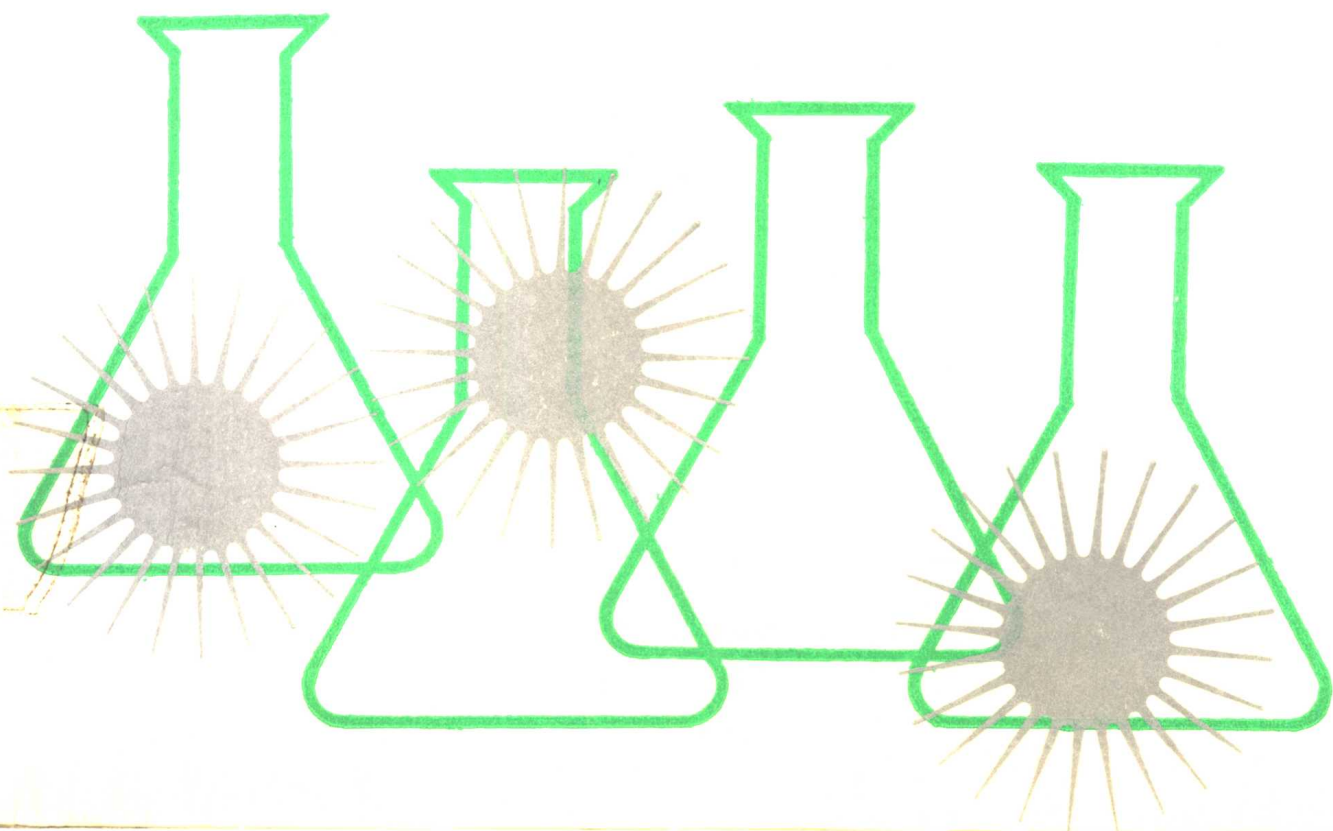


姚守拙 主编
化学工业出版社



现代实验室 安全与劳动保护手册

下 册



现代实验室安全与 劳动保护手册

下 册

姚守拙 主编

化学工业出版社

(京)新登字039号

内 容 简 介

本书叙述实验室及有关场所的安全与劳动保护方面内容,全书共二十一章,分上下册出版。实验室安全与劳动保护的内容不只包括防火、防毒与防爆,由于现代科技的发展,许多其它性质的安全问题早已提上日程,如对放射性核素、激光、微波、静电、微生物与其它生物制品、噪声、振动、致癌物、诱变物、致畸物和高能化学品的防护,以及环境污染的避免与消除等。本书下册(从第十一章到第二十一章)详细叙述放射性安全防护, X射线的安全防护,激光的安全防护,微波、高频电磁场、紫外及红外辐射的防护,大型精密仪器实验室的安全防护,噪声、次声及振动的防护,致癌物、诱变物、致畸物及其安全防护,实验室的安全设计,化学品的安全贮存与运输,化学物质的处理与排放及其化学物质危险品毒性总表,资料来源广泛,内容丰富。

本书可供从事化学、化工、放射性同位素、物理学、生物学、医学、药学、机械、冶金、电气工程、建筑设计、计算机技术等工作的实验室、高等院校、研究所、工厂等单位的有关人员参考,也可供环保、消防、医疗卫生、劳动保护等部门有关人员参考。

本书由姚守拙主编,姚守拙、朱元保、沈国勋、聂利华等同志编写。本书第五、六章由朱元保同志根据N. V. Norman(ed.): Handbook of Laboratory Safety, 2nd Ed.一书第五、六章选译,第三、八章由沈国勋同志按该书第三、八章选译,第七、十五章由聂利华同志编写,其余部分由姚守拙编写,均由姚守拙审校。本书第十一章承中国原子能科学研究院安防处潘自强副研究员与姜德熙工程师审阅并提出宝贵意见。

现代实验室安全与劳动保护手册

下 册

姚守拙 主编

责任编辑:陈大英

封面设计:许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

东升装订厂装订

新华书店北京发行所经销

开本787×1092 1/16印张54字数1,360千字

1992年2月第1版 1992年2月北京第1次印刷

印数 1—2,000

ISBN 7-5025-0904-6/TQ·527

定 价38.50元

目 录

第十一章 放射性安全防护	1
第一节 测量辐射的基本的量和单位	1
一、放射性活度	1
二、照射量	6
三、吸收剂量	7
四、剂量当量	23
五、其它的量和单位	24
第二节 放射防护的一般原则与职责	26
一、放射防护的一般原则	26
二、放射防护工作中的职责与要求	27
三、放射性工作人员的健康管理	28
第三节 电离辐射防护标准	29
一、电离辐射的最大容许剂量当量和限制剂量当量	29
二、放射性物质的最大容许浓度和限制浓度	31
三、电离辐射防护标准的变迁与 ICRP 的新建议	48
四、放射性核素的毒性分组、毒性组别系数（附操作性质修正系数）	51
第四节 放射性工作场所的防护要求	53
一、选址、开放型放射性工作单位分类	53
二、内部布局、最大等效日操作量与开放型放射性工作场所的分级	53
三、减少表面污染	54
四、通风、换气	55
五、其它	55
第五节 内照射的防护与剂量计算	56
一、内照射防护的基本原则	57
二、内照射防护措施	59
三、内照射剂量的计算	61
四、内照射危害程度的评价	158
五、减少内污染的措施	159
第六节 放射源的安全使用与外照射的防护	160
一、密封源的安全使用	160
二、放射源的屏蔽	163
三、开放源的安全使用	194
四、外照射的防护与剂量计算	195
第七节 放射性表面污染的控制	198
一、放射性表面污染的控制水平	198
二、处理与预防表面污染的一般原则	199
三、各种表面污染的处理方法	199
四、表面污染的监测	204
附：皮肤放射损伤的处理	205

第八节 放射性三废的治理	205
一、放射性废物的收集	205
二、放射性废物的贮藏	206
三、放射性三废的处理与排放	206
四、特种样品的辐射监测（空气、水、土壤、实验动物、粮食与饲料）	211
第九节 意外辐射事故	212
一、预防措施	212
二、处理事故的一般原则	213
三、放射性污染事故的处理步骤	214
附：大剂量辐射的损伤效应与处理	215
第十节 辐射监测	216
一、一般性考虑	216
二、个人剂量监测	217
三、工作场所监测	223
参考文献	227
第十二章 X射线的安全防护	229
第一节 X射线对人体的损伤与一般防护原则	229
第二节 受照剂量的控制	229
第三节 X射线在体内的百分深度剂量	230
第四节 X射线的屏蔽	238
第五节 X射线分析实验室的安全防护	245
第六节 医用X射线的防护	246
一、医用诊断X射线的防护	246
二、治疗用X射线的防护	247
三、医用高能X射线及电子束的安全防护	249
第七节 X射线无损检测与防护	250
第八节 X射线机房的防护要求	251
参考文献	252
第十三章 激光的安全防护	253
第一节 激光的生物作用与危害	253
一、眼	253
二、皮肤	260
三、神经中枢	262
四、呼吸道	262
五、其它	262
第二节 激光防护标准与激光的损伤阈	265
一、激光防护标准	265
二、激光的损伤阈	275
第三节 激光实验室的设计与人身防护	278
一、眼的防护	279
二、皮肤防护	283
三、空气污染与呼吸道防护	284
四、噪声控制	285

五、防火	285
六、X射线的防护与有关问题	286
七、电击的防护	286
第四节 医用激光的安全防护	287
一、激光的治疗应用与安全防护	287
二、激光外科中的安全防护要求	288
三、激光眼科中的安全防护要求	290
四、激光口腔科中的安全防护要求	290
第五节 激光室防护措施大要	290
一、激光室	290
二、激光器	291
三、远距离操纵	293
四、警告装置、过载主控开关	294
五、个人防护用具	294
六、规程与制度	294
七、激光器危险性分类与安全防护要求	294
参考文献	297
第十四章 微波、高频电磁场、紫外及红外辐射的防护	298
第一节 微波与高频电磁场的安全防护	298
一、非电离辐射	298
二、微波辐射对人体的危害	298
三、微波辐射对电子系统的影响	304
四、微波的防护标准	304
五、微波辐射的安全防护	306
六、高频电磁场对人体的危害	310
七、高频电磁场的安全防护标准	310
八、对高频电磁场的安全防护措施	311
九、关于射频设备的其它防护要求	313
第二节 紫外辐射的安全防护	314
一、紫外辐射对人体的危害	314
二、紫外辐射的防护标准	315
三、防护措施	315
第三节 红外辐射的防护	316
一、与红外辐射防护有关的基本定律	316
二、眼的防护	317
三、皮肤的防护	320
四、其它防护措施	320
参考文献	321
第十五章 大型精密仪器实验室的安全防护	322
第一节 极谱实验室的安全防护	322
一、汞的毒性与特点	322
二、汞的防护标准	322
三、极谱室	323
四、极谱仪、滴汞电极的安全使用	324

五、个人防护	325
六、拣汞、除汞	325
第二节 发射光谱实验室的安全防护	326
一、电气设施	326
二、机械设施	327
三、辐射防护	327
四、防火	327
五、试剂	327
六、烟尘与通风	327
七、水、空气调节	328
八、防噪声	328
九、工作人员	328
十、暗室	329
第三节 电子显微镜的安全使用	329
一、电路系统	329
二、真空系统	330
三、镜筒部分	330
四、防火	330
五、安全防护管理	330
第四节 高压液相色谱实验室的安全防护	330
一、高压液相色谱仪	331
二、室内通风与排气	331
三、溶剂的安全使用与贮放	332
四、分析样品的安全操作	332
五、个人及场所的安全防护要求	332
第五节 高压电泳实验室的安全防护	333
一、高压电泳仪的电气安全防护	334
二、高压电泳仪的安全性能检查	335
三、绝缘膜	335
四、冷却水	336
五、电极	336
六、缓冲液槽	336
七、有机溶剂	336
第六节 电子计算机室的安全要求	337
一、防火安全	337
二、电气安全	337
三、空气调节	338
四、安全运转	338
五、防振与隔噪声	338
六、防尘、防静电与防雷	339
七、照明安全	339
第七节 关于X射线衍射仪和X射线荧光谱仪的安全使用	339
第八节 原子吸收与原子荧光分光光度分析实验室的安全防护	339
一、原子吸收分光光度分析中的不安全因素	339

二、安全防护措施	340
第九节 关于拉曼光谱仪的安全防护	342
第十节 强磁场	342
一、磁场的生物效应	342
二、安全暴露强度	344
三、防护	344
第十一节 关于核磁共振谱仪的安全防护	345
参考文献	346
第十六章 噪声、次声及振动的防护	347
第一节 噪声的防护	347
一、噪声	347
二、噪声的危害	356
三、噪声的卫生标准	356
四、噪声的控制与防护	357
第二节 振动的控制与防振	362
一、振动	362
二、振动的危害	364
三、振动容许标准	365
四、振动的控制与防振措施	369
第三节 次声	373
一、次声的生物学效应	373
二、次声的卫生防护标准	374
三、次声的防护	374
附：关于超声的安全性	375
参考文献	375
第十七章 致癌物、诱变物、致畸物及其安全防护	376
第一节 致癌物、诱变物和致畸物及其分类	376
一、致癌物与职业性肿瘤	376
二、诱变物	382
三、致畸物	382
四、致癌物、诱变物和致畸物的分类	383
第二节 致癌物的容许浓度	385
第三节 安全操作与防护	390
一、尽量避免或减少接触	390
二、注意个人防护与个人卫生	390
三、实验室的安全设计要求	391
四、安全操作与贮存	391
五、加强监测与卫生检查	391
六、实行职业性健康管理	391
第四节 废弃物的处理	391
第五节 亚硝酸胺的安全使用	393
一、实验	393
二、贮存	393
三、运送	393

四、动物实验	393
五、处理与解毒	394
六、事故处置	395
第六节 恶性肿瘤与良性肿瘤的鉴别	395
附：关于辐射的致癌性	396
参考文献	396
第十八章 实验室的安全设计	398
第一节 一般化学实验室的安全设计	398
一、建筑结构	398
二、照明、采光	404
三、通风、通风柜	406
四、实验台	413
五、屏蔽	415
六、给、排水	416
七、化学试剂的储藏与处理	420
八、实验室管线	421
九、其它	424
第二节 安全事故处理设施	424
一、事故急救设备	424
二、事故报警系统	425
第三节 特种实验室的安全设计	427
一、放射性实验室的一般设计原则	427
二、放射性实验室的布局	429
三、放射源室的安全设计	432
四、对传染媒介和传染性动物的防护设计	433
五、微生物学实验室的安全设计	434
六、防火实验室	435
七、汞操作室	435
八、发射光谱实验室	436
九、质谱室	436
十、电子显微镜室	436
十一、激光实验室	437
十二、其它实验室	437
参考文献	438
第十九章 化学品的安全贮存与运输	439
第一节 化学品的安全贮存	439
一、一般要求	439
二、中、小型化学品库房的安全管理	442
三、实验室试剂的存放	443
四、化学品的贮放期限	444
五、不相容化合物	444
第二节 化学危险品的特点、分类与贮存	453
一、易燃液体	453
二、易燃固体	459

三、自燃物品	462
四、遇水致燃物品	464
五、爆炸物品	465
六、氧化剂	469
七、压缩气体、液化气体	473
八、腐蚀性物品	484
九、有毒化学品(毒害物品)	485
十、放射性物品	498
第三节 化学品的安全运输	498
一、化学危险品的安全运输	498
二、放射性物质的安全运输	502
参考文献	503
第二十章 化学物质的处理与排放	504
第一节 实验室三废的排放要求与标准	504
一、基本要求	504
二、实验室废水	504
三、实验室废气	506
四、实验室废渣	507
附:工业三废的排放标准	507
第二节 化学废物的一般处理方法	509
一、露天焚烧法	509
二、焚秽炉焚烧法	509
三、下水道排放法	509
四、蒸发法	509
五、掩埋法	509
六、易爆化学品的处理	511
七、其它处理方法	511
第三节 各类化学物质的处理方法	513
一、酰卤类	513
二、无机卤化物	513
三、醛类	514
四、碱金属、碱土金属、金属烷基化合物、金属烷氧基化合物	514
五、氟醇、硝基烷烃类	515
六、有机氯及有关化合物	515
七、取代有机酸	516
八、芳胺类	516
九、含卤素的芳胺、芳族硝基化合物及有关化合物	517
十、脂族胺类	517
十一、磷酸酯及有关化合物	518
十二、叠氮、偶氮及重氮化合物	518
十三、二硫化碳	518
十四、氢氧化钾(钠)、氨水、氧化钙等	519
十五、无机盐类、羧酸盐类	519
十六、氧化剂	519

十七、还原剂	520
十八、硫醇、硫醚及其它含硫有机物	520
十九、腈类、氰化物	521
二十、醚类	521
二十一、肟类	522
二十二、氢化物	522
二十三、烃、醇、酮与酯类	523
二十四、氨(基)化物及有关化合物	523
二十五、有机酰胺类	524
二十六、非金属间化合物	524
二十七、无机过氧化物	524
二十八、有机过氧化物	525
二十九、无机硫化物	525
三十、有机酸(仅含碳、氢、氧三元素)	526
三十一、无机酸类	526
三十二、碳化物	526
三十三、直接排放物	527
三十四、金属废料的回收	527
三十五、汞及其化合物的回收	527
三十六、黄磷、红磷的回收与处理	528
三十七、砷、锑、铋及其化合物的回收	528
三十八、硒、碲化合物的回收	528
三十九、铅、镉化合物的回收	529
四十、铍化合物的回收	529
四十一、铯与钡的化合物的回收	529
四十二、钒化合物的回收	529
四十三、含卤素溶剂的处理与回收	529
四十四、其它一些物质的回收	530
四十五、硝化纤维、火棉胶、赛璐珞	530
四十六、处理时用的材料与设备	530
第四节 恶臭化学品的处理	531
附：物质的嗅阈	533
第五节 化学废物的收集	534
第六节 化学废物处理事故举例	534
参考文献	535
第二十一章 化学物质危毒性质总表	536
第一节 有害物质的容许浓度与危毒等级	536
一、最高容许浓度、阈限值	536
二、有害物质容许浓度的表示方法与换算	540
三、影响毒作用的因素与毒物的综合效应	541
四、短间接接触高浓度物质的毒作用等级	546
五、化学危险品的危毒等级	548
第二节 化学物质危毒性质总表的表题说明	548

第三节	化学物质危毒性质总表的使用方法 与 示例	551
第四节	化学物质危毒性质总表	553
参考文献	850

第十一章 放射性安全防护

第一节 测量辐射的基本的量和单位

一、放射性活度

1. 放射性活度单位

在给定时刻，处于特定能态的一定量放射性核素^①在 dt 时间内发生自发核跃迁数的期望值 dN 除以 dt 而得的商，称为放射性活度：

$$A = \frac{dN}{dt}$$

1974年，国际辐射单位和测量委员会（ICRU）建议以贝可勒尔（Becquerel）为放射性活度的国际单位（SI），简称贝可（Bq），其定义为：

$$1 \text{ 贝可} = 1 \text{ 秒}^{-1}$$

1975年，第15届国际剂量大会正式批准以贝可勒尔为国际单位。1977年5月，我国国务院颁发的计量管理条例，已明确规定要逐步采用国际单位制。

习惯上，放射性活度的专用单位为居里^②（Curie，记作Ci），其定义为：

$$1 \text{ 居里} = 3.7 \times 10^{10} \text{ 秒}^{-1} = 2.22 \times 10^{12} \text{ 分}^{-1}$$

由此派生其他单位：

$$1 \text{ 兆居里 (MCi)} = 10^6 \text{ 居里}, \quad 1 \text{ 拍贝可 (PBq)} = 10^{15} \text{ 贝可}$$

$$1 \text{ 千居里 (kCi)} = 10^3 \text{ 居里}, \quad 1 \text{ 太贝可 (TBq)} = 10^{12} \text{ 贝可}$$

$$1 \text{ 毫居里 (mCi)} = 10^{-3} \text{ 居里}, \quad 1 \text{ 吉贝可 (GBq)} = 10^9 \text{ 贝可}$$

$$1 \text{ 微居里 } (\mu\text{Ci}) = 10^{-6} \text{ 居里}, \quad 1 \text{ 兆贝可 (MBq)} = 10^6 \text{ 贝可}$$

$$1 \text{ 纳居里 (nCi)} = 10^{-9} \text{ 居里}, \quad 1 \text{ 千贝可 (kBq)} = 10^3 \text{ 贝可}$$

$$1 \text{ 皮居里 (pCi)} = 10^{-12} \text{ 居里}$$

在估测放射性照射量时，放射性活度变化范围可以很宽，所以上述单位均有应用。

居里与贝可的换算关系为：

$$1 \text{ 居里} = 3.7 \times 10^{10} \text{ 贝可}$$

$$1 \text{ 贝可} = 2.703 \times 10^{-11} \text{ 居里}$$

旧文献中 useful 卢瑟福（Rutherford，简作卢，记为Rd）为放射性活度单位，现不常用。

$$1 \text{ 卢瑟福} = 1.00 \times 10^6 \text{ 贝可}$$

单位质量放射性物质的放射性活度称为放射性比度，或称比放射性、比活度，其单位为贝可/克，或毫居里/毫克等。

单位体积放射性溶液内所含的放射性活度，称放射性浓度，其单位为贝可/毫升，或毫

① 核素 核内质子数、中子数及核能态相同的原子称核素。同种核素的原子序数与原子质量数相同。

同位素 原子核内质子数相同、中子数不同的原子，称同位素。同种同位素的原子序数相同，但原子质量数不同。

② ICRU建议在1985年前逐步淘汰专用单位。

居里/毫升等。

2. 放射性活度随时间的变化规律

放射性活度随时间作指数衰减：

$$A_t = A_0 \exp(-\lambda t) = A_0 \exp\left(-\frac{0.693 t}{T}\right)$$

式中 A_0 、 A_t ——初时与经过时间 t 后的放射性活度；

T ——半衰期，即放射性活度衰减一半所需的时间；

λ ——衰变常数，表征该放射性核素在单位时间内的衰变机率，其单位为时间单位的倒数。

衰变常数与放射性核素的平均寿命 τ 的关系为：

$$\lambda = \frac{1}{\tau}$$

主要放射性核素的半衰期参表11-20。

放射性活度在时间 t 后的衰变率为：

$$k = \frac{A_t}{A_0} = \exp\left(-\frac{0.693 t}{T}\right)$$

放射性核素的通用衰变率列于表11-1。

表 11-1 通用放射性衰变率表

t/T	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.00	1.0000	0.9931	0.9862	0.9794	0.9727	0.9659	0.9593	0.9526	0.9461	0.9395
0.10	0.9330	0.9266	0.9202	0.9138	0.9075	0.9013	0.8950	0.8888	0.8827	0.8766
0.20	0.8706	0.8645	0.8586	0.8526	0.8467	0.8409	0.8351	0.8293	0.8236	0.8179
0.30	0.8123	0.8066	0.8011	0.7955	0.7900	0.7846	0.7792	0.7738	0.7684	0.7631
0.40	0.7579	0.7526	0.7474	0.7423	0.7371	0.7320	0.7270	0.7220	0.7170	0.7120
0.50	0.7071	0.7022	0.6974	0.6926	0.6878	0.6830	0.6783	0.6736	0.6690	0.6643
0.60	0.6598	0.6552	0.6507	0.6462	0.6417	0.6373	0.6329	0.6285	0.6242	0.6199
0.70	0.6156	0.6113	0.6071	0.6029	0.5987	0.5946	0.5905	0.5864	0.5824	0.5783
0.80	0.5743	0.5704	0.5664	0.5625	0.5586	0.5548	0.5510	0.5471	0.5434	0.5396
0.90	0.5359	0.5322	0.5285	0.5249	0.5212	0.5176	0.5141	0.5105	0.5070	0.5035
1.00	0.5000	0.4965	0.4931	0.4897	0.4863	0.4830	0.4796	0.4763	0.4730	0.4698
1.10	0.4665	0.4633	0.4601	0.4569	0.4538	0.4506	0.4475	0.4444	0.4414	0.4383
1.20	0.4353	0.4323	0.4293	0.4263	0.4234	0.4204	0.4175	0.4147	0.4118	0.4090
1.30	0.4061	0.4033	0.4005	0.3978	0.3950	0.3923	0.3896	0.3869	0.3842	0.3816
1.40	0.3789	0.3763	0.3737	0.3711	0.3686	0.3660	0.3635	0.3610	0.3585	0.3560
1.50	0.3536	0.3511	0.3487	0.3463	0.3439	0.3415	0.3392	0.3368	0.3345	0.3322
1.60	0.3299	0.3276	0.3253	0.3231	0.3209	0.3186	0.3164	0.3143	0.3121	0.3099
1.70	0.3078	0.3057	0.3035	0.3015	0.2994	0.2973	0.2952	0.2932	0.2912	0.2892
1.80	0.2872	0.2852	0.2832	0.2813	0.2793	0.2774	0.2755	0.2736	0.2717	0.2698
1.90	0.2679	0.2661	0.2643	0.2624	0.2606	0.2588	0.2570	0.2553	0.2535	0.2517
2.00	0.2500	0.2483	0.2466	0.2449	0.2432	0.2415	0.2398	0.2382	0.2365	0.2349
2.10	0.2333	0.2316	0.2300	0.2285	0.2269	0.2253	0.2238	0.2222	0.2207	0.2192
2.20	0.2176	0.2161	0.2146	0.2132	0.2117	0.2102	0.2088	0.2073	0.2059	0.2045
2.30	0.2031	0.2017	0.2003	0.1989	0.1975	0.1961	0.1948	0.1934	0.1921	0.1908
2.40	0.1895	0.1882	0.1869	0.1856	0.1843	0.1830	0.1817	0.1805	0.1792	0.1780

续表

t/T	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2.50	0.1768	0.1756	0.1743	0.1731	0.1719	0.1708	0.1696	0.1684	0.1672	0.1661
2.60	0.1649	0.1638	0.1627	0.1615	0.1604	0.1593	0.1582	0.1571	0.1560	0.1550
2.70	0.1539	0.1528	0.1518	0.1507	0.1497	0.1487	0.1476	0.1466	0.1456	0.1446
2.80	0.1436	0.1426	0.1416	0.1406	0.1397	0.1387	0.1377	0.1368	0.1358	0.1349
2.90	0.1340	0.1330	0.1321	0.1312	0.1303	0.1294	0.1285	0.1276	0.1267	0.1259
3.00	0.1250	0.1241	0.1233	0.1224	0.1216	0.1207	0.1199	0.1191	0.1183	0.1174
3.10	0.1166	0.1158	0.1150	0.1142	0.1134	0.1127	0.1119	0.1111	0.1103	0.1096
3.20	0.1088	0.1081	0.1073	0.1066	0.1058	0.1051	0.1044	0.1037	0.1029	0.1022
3.30	0.1015	0.1008	0.1001	0.0994	0.0988	0.0981	0.0974	0.0967	0.0961	0.0954
3.40	0.0947	0.0941	0.0934	0.0928	0.0921	0.0915	0.0909	0.0902	0.0896	0.0890
3.50	0.0884	0.0878	0.0872	0.0866	0.0860	0.0854	0.0848	0.0842	0.0836	0.0830
3.60	0.0825	0.0819	0.0813	0.0808	0.0802	0.0797	0.0791	0.0786	0.0780	0.0775
3.70	0.0769	0.0764	0.0759	0.0754	0.0748	0.0743	0.0738	0.0733	0.0728	0.0723
3.80	0.0718	0.0713	0.0708	0.0703	0.0698	0.0693	0.0689	0.0689	0.0684	0.0675
3.90	0.0670	0.0665	0.0661	0.0656	0.0652	0.0647	0.0643	0.0643	0.0634	0.0629

通用衰变率的倒数称衰变 K 值，表征经时间 t 后的衰减倍数，列于表11-2。

表11-1, 11-2可用于各种放射性核素的衰变率（或衰变 K 值）计算。先求得衰变时间 t 与半衰期 T 的商，即可查表得出相应的数值。

例：钴60放射源的初始放射性活度为100太贝可，试求1年后的剩余放射性活度。

解：钴60的半衰期为5.26年， $t/T = 1/5.26 = 0.190$ 。查通用衰变率表，先由纵行查得0.100，再由横行查得0.190，得衰变率为0.8766，取三位有效数字，可得一年后的剩余放射性活度为：

$$A_t = kA_0 = 0.877 \times 100 = 87.7 \text{ 太贝可}$$

或由表11-2，查出衰变 K 值为1.14，可得相同的剩余放射性活度值。

若母体核素的初始放射性活度为 A_{10} ，则经时间 t 后子体核素的放射性活度为：

$$A_{2t} = A_{10} \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} [\exp(-\lambda_1 t) - \exp(-\lambda_2 t)]$$

式中 符号1与2各指母体核素与子体核素。

3. 放射性活度与放射性物质质量的换算

(1) 由已知放射性活度计算放射性物质质量：

$$W = 2.39 \times 10^{-24} \times AMT \quad (T, \text{秒})$$

$$W = 1.44 \times 10^{-22} \times AMT \quad (T, \text{分})$$

$$W = 8.62 \times 10^{-21} \times AMT \quad (T, \text{小时})$$

$$W = 2.07 \times 10^{-19} \times AMT \quad (T, \text{天})$$

$$W = 7.57 \times 10^{-17} \times AMT \quad (T, \text{年})$$

表 11-2 通用放射性衰变K值表

t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K	t/T	K
0.00	1.00	0.26	1.19	0.52	1.43	0.78	1.71	1.04	2.04	1.30	2.46	1.56	2.94	1.85	3.59	2.55	5.81	3.90	14.88	5.20	36.60
0.01	1.01	0.27	1.20	0.53	1.44	0.79	1.72	1.05	2.05	1.31	2.47	1.57	2.96	1.86	3.62	2.60	6.05	3.95	15.49	5.25	38.09
0.02	1.01	0.28	1.21	0.54	1.45	0.80	1.73	1.06	2.07	1.32	2.49	1.58	2.98	1.87	3.64	2.65	6.27	4.00	16.00	5.30	39.25
0.03	1.02	0.29	1.22	0.55	1.46	0.81	1.74	1.07	2.09	1.33	2.51	1.59	3.00	1.88	3.67	2.70	6.49	4.05	16.45	5.35	40.45
0.04	1.03	0.30	1.23	0.56	1.47	0.82	1.75	1.08	2.10	1.34	2.53	1.60	3.02	1.89	3.70	2.75	6.73	4.10	17.12	5.40	42.10
0.05	1.03	0.31	1.24	0.57	1.49	0.83	1.77	1.09	2.11	1.35	2.54	1.61	3.04	1.90	3.72	2.80	6.96	4.15	17.81	5.45	43.48
0.06	1.04	0.32	1.25	0.58	1.50	0.84	1.79	1.10	2.13	1.36	2.56	1.62	3.06	1.91	3.75	2.85	7.17	4.20	18.17	5.50	45.15
0.07	1.05	0.33	1.25	0.59	1.51	0.85	1.80	1.11	2.14	1.37	2.58	1.63	3.09	1.92	3.78	2.90	7.76	4.25	18.92	5.55	46.53
0.08	1.06	0.34	1.26	0.60	1.52	0.86	1.81	1.12	2.15	1.38	2.59	1.64	3.11	1.93	3.80	3.00	8.00	4.30	19.69	5.60	48.42
0.09	1.06	0.35	1.27	0.61	1.53	0.87	1.82	1.13	2.17	1.39	2.61	1.65	3.13	1.94	3.82	3.05	8.25	4.35	20.40	5.65	49.90
0.10	1.07	0.36	1.28	0.62	1.54	0.88	1.84	1.14	2.19	1.40	2.63	1.66	3.15	1.95	3.85	3.10	8.58	4.40	21.12	5.70	51.90
0.11	1.08	0.37	1.29	0.63	1.55	0.89	1.85	1.15	2.20	1.41	2.64	1.67	3.17	1.96	3.88	3.15	8.93	4.45	21.76	5.75	53.32
0.12	1.09	0.38	1.30	0.64	1.56	0.90	1.86	1.16	2.22	1.42	2.66	1.68	3.19	1.97	3.91	3.20	9.21	4.50	22.65	5.80	55.79
0.13	1.10	0.39	1.31	0.65	1.57	0.91	1.88	1.17	2.24	1.43	2.68	1.69	3.22	1.98	3.94	3.25	9.52	4.55	23.34	5.85	57.40
0.14	1.11	0.40	1.32	0.66	1.58	0.92	1.89	1.18	2.25	1.44	2.70	1.70	3.25	1.99	3.97	3.30	9.87	4.60	24.29	5.90	59.74
0.15	1.11	0.41	1.33	0.67	1.59	0.93	1.90	1.19	2.27	1.45	2.72	1.71	3.27	2.00	4.00	3.35	10.18	4.65	25.03	5.95	62.18
0.16	1.12	0.42	1.34	0.68	1.60	0.94	1.92	1.20	2.29	1.46	2.75	1.72	3.29	2.05	4.16	3.40	10.54	4.70	26.05	6.00	64.00
0.17	1.13	0.43	1.34	0.69	1.61	0.95	1.93	1.21	2.31	1.47	2.77	1.73	3.31	2.10	4.31	3.45	10.91	4.75	26.84	7.00	128.00
0.18	1.14	0.44	1.35	0.70	1.62	0.96	1.94	1.22	2.32	1.48	2.78	1.74	3.33	2.15	4.44	3.50	11.36	4.80	27.74	8.00	256.00
0.19	1.14	0.45	1.36	0.71	1.63	0.97	1.95	1.23	2.33	1.49	2.80	1.78	3.43	2.20	4.57	3.55	11.71	4.85	28.79	9.00	512.00
0.20	1.15	0.46	1.37	0.72	1.64	0.98	1.97	1.24	2.34	1.50	2.82	1.79	3.45	2.25	4.73	3.60	12.06	4.90	29.96	10.00	1024.00
0.21	1.16	0.47	1.38	0.73	1.65	0.99	1.99	1.25	2.36	1.51	2.84	1.80	3.47	2.30	4.90	3.65	12.55	4.95	30.88	11.00	2048.00
0.22	1.16	0.48	1.39	0.74	1.67	1.00	2.00	1.26	2.38	1.52	2.86	1.81	3.49	2.35	5.10	3.70	12.74	5.00	32.00	12.00	4096.00
0.23	1.17	0.49	1.40	0.75	1.68	1.01	2.01	1.27	2.40	1.53	2.88	1.82	3.52	2.40	5.26	3.75	13.40	5.05	33.12		
0.24	1.18	0.50	1.41	0.76	1.69	1.02	2.02	1.28	2.42	1.54	2.90	1.83	3.54	2.45	5.47	3.80	13.87	5.10	34.12		
0.25	1.19	0.51	1.42	0.77	1.70	1.03	2.03	1.29	2.44	1.55	2.92	1.84	3.56	2.50	5.64	3.85	14.39	5.15	35.52		

式中 M ——放射性核素的原子量，克；

T ——半衰期；

A ——放射性活度，贝可（以居里为单位时，将系数乘 3.7×10^{10} ）；

W ——放射性物质的质量，克。

例：计算92.5吉贝可磷-32的质量为多少？

解：已知 $M=32.0$ 克， $T=14.3$ 天， $A=92.5 \times 10^9$ 贝可

$$\begin{aligned} \text{故：} \quad W &= 2.07 \times 10^{-19} \times 92.5 \times 10^9 \times 32.0 \times 14.3 \\ &= 8.76 \text{ 微克纯磷-32} \end{aligned}$$

相应于放射性比度为10.6拍贝可/克（因存在载体，实际做到的较此值为低）。

（2）由已知放射性核素质量计算放射性活度：

$$A = 4.18 \times 10^{23} \times \frac{W}{MT} \quad (T, \text{ 秒})$$

$$A = 6.94 \times 10^{21} \times \frac{W}{MT} \quad (T, \text{ 分})$$

$$A = 1.16 \times 10^{20} \times \frac{W}{MT} \quad (T, \text{ 小时})$$

$$A = 4.83 \times 10^{18} \times \frac{W}{MT} \quad (T, \text{ 天})$$

$$A = 1.32 \times 10^{16} \times \frac{W}{MT} \quad (T, \text{ 年})$$

式中系数除以 3.7×10^{10} ，即得以居里为单位的放射性活度。

例：试求0.884克钴-60的放射性活度为多少？

解：已知 $T=5.26$ 年

$$\text{故：} \quad A = 1.32 \times 10^{16} \times \frac{0.884}{60.0 \times 5.26} = 518 \text{ 吉贝可 (14.0 居里)}$$

4. 放射性时间积分活度

放射性核素在体内源部位 r 处沉积后，由于物理衰变和生物排出而使放射性活度逐渐减弱，由初始时间至某一时间 t 的时间阶段内，放射性活度对时间的积分，称放射性时间积分活度，记作：

$$\tilde{A}_r(t) = \int_0^t A(t) dt$$

式中 $A(t)$ ——在时间 t 时，源部位的放射性活度，贝可；

$\tilde{A}_r(t)$ ——在由初始时间至时间 t 的时间阶段内，源部位的放射性时间积分活度，贝可·小时。

当 $t \rightarrow \infty$ 时，

$$\tilde{A}_r(\infty) = \frac{T_c}{\ln 2} A(0) = 1.44 T_c A(0)$$