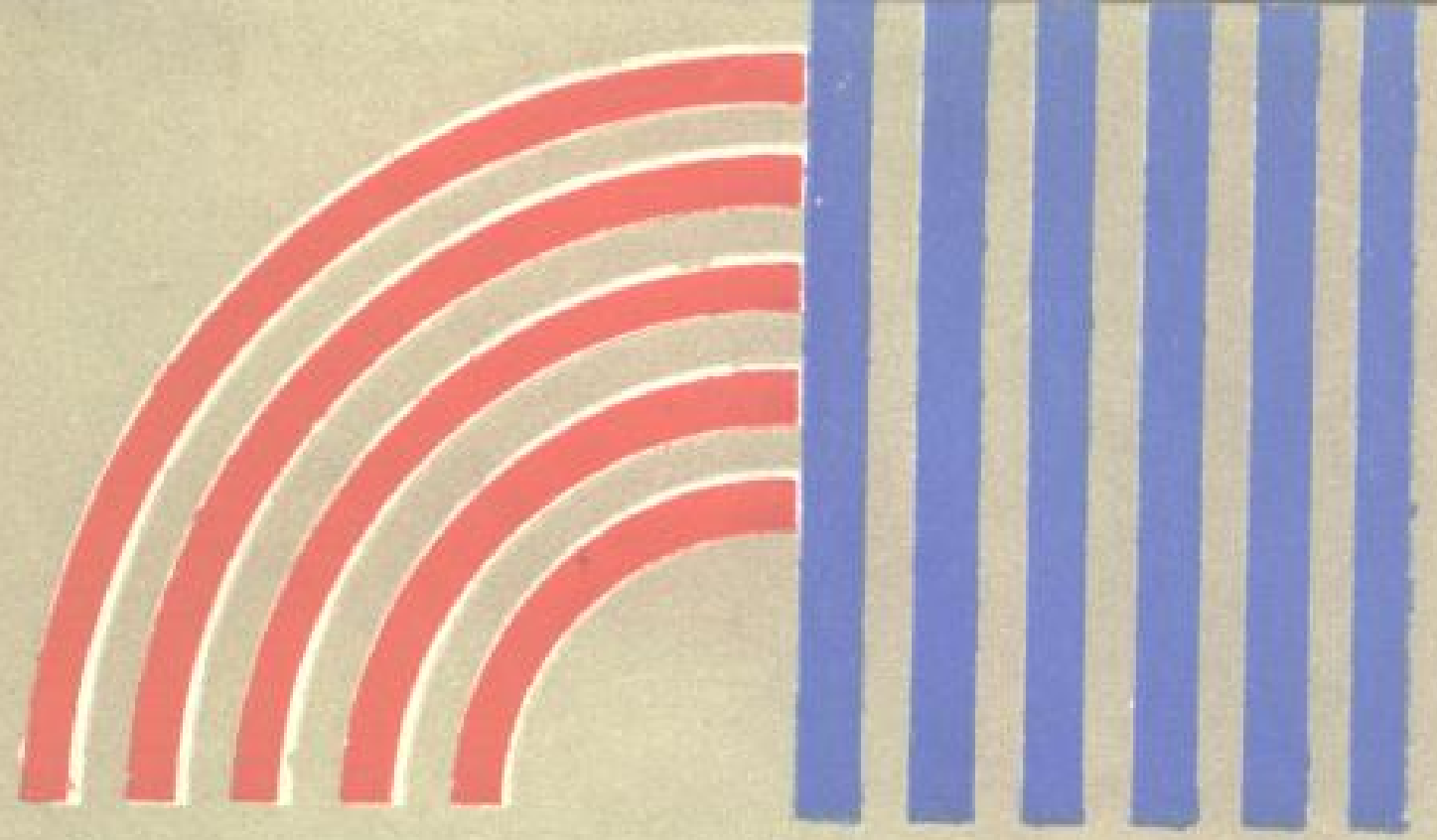




陈子元 谢学民 张国权编

核农学手册

农业出版社



核 农 学 手 册

陈子元 谢学民 张国权 编

农 业 出 版 社

内 容 提 要

这是一本工具书。作者根据国内外大量资料,比较系统地向读者提供了核技术在农学、生物学应用中常用到的数据、公式。主要内容有:核技术应用基础,同位素示踪法,核辐射应用,放射自显影,放射免疫分析,活化分析,放射性探测和辐射防护等有关数表。本书可供从事核农学的有关人员查阅,亦可供从事放射生物学、核医学的有关人员和农业院校有关专业的师生参考。

核 农 学 手 册

陈子元 谢学民 张国权 编

• • •
责任编辑 罗梅健

农业出版社出版(北京朝阳区东营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

• 1092毫米32开本 7.75印张 6插页 160千字
1988年8月第1版 1988年8月北京第1次印刷

印数 1—1380册 定价 2.80元

ISBN 7-109-00117-2/S·82

前 言

随着原子核科学技术的发展，核技术在农业科学各个领域的应用（简称核农学）日趋广泛，尤其正处在世界新技术革命的浪潮中，核技术的应用将更加普遍与深入。在应用过程中，经常需要用到各种数据或表式，而这些数表大多分散在各类书刊中。为工作方便，我们编辑了这本手册，内容包括：核技术应用基础；同位素示踪法（包括放射性与稳定性）；核辐射应用（包括辐射育种、辐射保藏食品、辐射不育防治害虫、辐射处理污泥灭菌、中子测水）；放射自显影；放射免疫分析；活化分析；放射性探测和辐射防护等方面的常用数表。本手册可供从事核农学的有关人员查阅，亦可供从事放射生物学、核医学的有关人员和农业院校有关专业的师生参考。

本手册搜集的资料，均来自公开发行的书刊，书末只列了主要参考文献。编者对所有被引用资料的作者表示感谢。

编写这本手册，是个初步尝试，错漏难免，诚恳希望读者提出宝贵意见。

编者

1985 年

目 录

前言

一、常用的单位、符号、常数和基本表式	1
(一) 计量单位表——中华人民共和国法定计量单位	1
1. 国际单位制的基本单位	1
2. 国际单位制的辅助单位	1
3. 国际单位制中具有专门名称的导出单位	2
4. 国家选定的非国际单位制单位	3
5. 用于构成十进倍数和分数单位的词头	4
(二) 元素符号表	5
(三) 希腊字母表	8
(四) 常用物理常数	9
(五) 主要单位换算表	11
1. 时间	11
2. 能量	11
3. 质量能量	12
4. 功率	12
(六) 单位换算因数	12
(七) 核辐射的常用符号	14
(八) 基本的辐射量和单位	18
(九) 常用公式	21
1. 放射性衰变	21
2. 放射平衡	22
3. 1Ci 放射性核素的质量和放射性比强	23

4. 射程与能量的关系	23
5. 测定	25
6. 活化分析	26
7. 同位素稀释分析法	28
8. 用放射性同位素测定年代	29
9. 射线的化学作用	29
二、核技术应用基础常用数表	31
(一) α -辐射体的能量—半衰期表	31
(二) β -辐射体的能量—半衰期表	33
(三) γ -辐射体的能量—半衰期表	38
(四) 天然放射性核素衰变系	43
1. 钍系	43
2. 铀系	44
3. 锕系	45
4. 镎系	46
(五) 常用放射性核素相当于 $1\mu\text{Ci}$ 的原子数、克数以及相当 于 1g 的微居里数 (放射性比度)	47
三、同位素示踪法常用数表	48
(一) 常用放射性核素	49
(二) 常用放射性核素半衰期校正表	63
1. ^3H 衰变校正表	63
2. ^{32}P 衰变校正表	64
3. ^{33}P 衰变校正表	67
4. ^{35}S 衰变校正表	69
5. ^{45}Ca 衰变校正表	71
6. ^{59}Fe 衰变校正表	73
7. ^{60}Co 衰变校正表	75
8. ^{65}Zn 衰变校正表	76
9. ^{86}Rb 衰变校正表	78

10. ^{89}Sr 衰变校正表	80
11. ^{90}Sr 衰变校正表	82
12. ^{125}I 衰变校正表	83
13. ^{131}I 衰变校正表	85
14. ^{137}Cs 衰变校正表	87
(三) 放射性核素衰变因子 $e^{-\lambda t}$ 的数值表 ($t/T_{1/2}$ 自 0.01 至 4.99)	88
(四) ^{15}N 光谱分析峰高比 R 值与 ^{15}N 丰度 (原子%) 关系表.....	92
四、核辐射应用常用数表	96
(一) 射线的分类和主要作用	96
(二) ^{60}Co 源与 ^{137}Cs 源的比较	97
(三) 作物辐射育种	98
1. 一些农作物对 γ 和快中子照射的敏感性	98
2. 农作物和树木辐射育种的 γ 射线适宜照射剂量	100
3. 射线诱发的有用突变例	110
4. 主要果树突变例及照射方法	111
5. 大麦相对生物学效应的比较	112
6. 无性繁殖植物用于诱发体细胞突变适宜的照射剂量和材料	113
(四) 辐射保藏食品	115
1. 辐射保藏食品常用剂量	116
2. 辐射保藏食品的效果	116
3. 谷类害虫的致死剂量	118
4. FAO/IAEA/WHO 专家委员会 (1976) 辐照食品安全性 许可数据	119
5. 各国许可用射线照射的食品	120
6. 辐照食品的卫生安全性	123
7. 各国辐射食品被批准的年份	124
(五) 辐射不育防治害虫	126
1. 辐射不育防治害虫	126
2. 利用雄虫不育技术能够控制或消灭的害虫名称	127

(六) 辐射处理污泥灭菌	129
(七) 中子测水	130
1. 原理	130
2. 中子土壤水分仪的组成	130
3. 中子测水在农业上的应用	131
五、放射自显影技术常用数表	132
(一) 放射自显影技术概要	132
(二) 放射自显影适用的放射性同位素	133
(三) 几种自显影感光材料的性能	133
(四) 国产核子乳胶的性能	134
(五) 国外几种常用的核子乳胶	134
(六) 几种 β 粒子在乳胶中的径迹	135
(七) 几种核素使乳胶产生光密度 0.6 时, 每平方厘 米所需的衰变数	135
(八) 几种常用显影液的配方	135
(九) 定影液的配方	136
(十) 湿板法处理液	136
(十一) 将离子保持在原位的沉淀反应	137
六、放射免疫分析技术常用数表	138
(一) 可用竞争放射分析测定的一些物质	139
(二) 放射免疫分析实验室所需器材	143
(三) 常用试剂中、英文对照	144
七、活化分析常用数表	150
(一) 按照射粒子分类的活化分析法	150
(二) 热中子活化分析灵敏度	152
(三) 14MeV 中子活化分析灵敏度	162
(四) 用 20MeV 韧致辐射进行 γ 光子活化分析的灵敏度	165
(五) 带电粒子活化分析灵敏度	168
八、放射性探测技术常用数表	171

(一) 测定对象与测定器一览表	171
(二) 个人监测器	174
(三) β 、 γ 射线测定器的性能比较	176
(四) 标记同位素与探测器效率	177
(五) 液体和表面氚的测量	178
(六) 气体中氚的测量	179
(七) 手提式辐射检测仪	180
(八) 常用化学剂量仪	182
(九) 液体闪烁液处方集	183
(十) 主要闪烁液的组成	185
(十一) 闪烁体溶液的配方	186
1. 闪烁体溶液的配方 I (均相系统)	186
2. 闪烁体溶液的配方 II (多相系统)	190
(十二) 主要的乳化闪烁液	191
(十三) 液体闪烁计数中所用的闪烁体溶质的物理性质	192
(十四) 生物材料的增溶	196
(十五) 动物组织掺入闪烁液的方法	197
(十六) 某些无机物的制样方法	198
1. 制成络合物	198
2. 制成金属有机盐	198
3. 络合或提取并加入乳化剂	198
4. 溶剂提取	199
(十七) 无机态放射性同位素的“液闪”计数	200
(十八) 悬浮计数应用举例	201
(十九) 凝胶、凝胶剂及增溶剂 (国外商品)	202
九、辐射防护常用数表	205
(一) 辐射的特性	205
(二) 一些放射性同位素的体内最大允许积存量和 最大允许浓度*	206
(三) 一些器官和组织可能浓集的放射性同位素	212

(四) β 粒子的最大射程 $R_{\beta\max}$	213
(五) 电子在不同物质中的最大射程	214
(六) 常用元素和物质的质量能量吸收系数	216
(七) 常用 γ 照射率常数 Γ 值	218
(八) 各类防护标准	220
(九) 生物常数和有关的物理常数	221
(十) 有效能量 ϵ 及职业性照射全身最大容许积存量 q_m	227
(十一) 各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的 水厚度 (cm)	231
(十二) 各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的混凝土 厚度 (cm)	233
(十三) 各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的 铁厚度 (cm)	235
(十四) 各向同性点源 γ 射线减弱倍数 K 所需的 铅厚度 (cm)	237
(十五) 常用防护材料的密度	239
(十六) 国际原子能机构 (IAEA) 建议的放射性 废物的分类	240
(十七) 放射性污染去污表	241
主要参考文献	245

一、常用的单位、符号、常数和基本表式

(一) 计量单位表——中华人民共和国

法定计量单位

1. 国际单位制的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长 度	米	m
质 量	千克 (公斤)	kg
时 间	秒	s
电 流	安 [培]	A
热力学温度	开 [尔文]	K
物 质 的 量	摩 [尔]	mol
发 光 强 度	坎 [德拉]	cd

2. 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平 面 角	弧 度	rad
立 体 角	球 面 度	sr

3. 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其它表示式例
频率	赫〔兹〕	Hz	s^{-1}
力, 重力	牛〔顿〕	N	$kg \cdot m/s^2$
压力, 压强, 应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m^2
能量, 功, 热	焦〔耳〕	J	$N \cdot m$
功率, 辐射通量	瓦〔特〕	W	J/s
电荷量	库〔仑〕	C	$A \cdot s$
电位, 电压, 电动势	伏〔特〕	V	W/A
电容	法〔拉〕	F	C/V
电阻	欧〔姆〕	Ω	V/A
电导	西〔门子〕	S	A/V
磁通量	韦〔伯〕	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度, 磁感应强度	特〔斯拉〕	T	Wb/m^2
电感	亨〔利〕	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	
光通量	流〔明〕	lm	$cd \cdot sr$
光照度	勒〔克斯〕	lx	lm/m^2
放射性活度	贝可〔勒尔〕	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈〔瑞〕	Gy	J/kg
剂量当量	希〔沃特〕	Sv	J/kg

4. 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	分	min	1min = 60s
	〔小〕时	h	1h = 60min = 3600s
	天〔日〕	d	1d = 24h = 86400s
平面角	〔角〕秒	($''$)	$1'' = (\pi/648000)\text{rad}$ (π 为圆周率)
	〔角〕分	($'$)	$1' = 60'' = (\pi/10800)\text{rad}$
	度	($^{\circ}$)	$1^{\circ} = 60' = (\pi/180)\text{rad}$
旋转速度	转每分	r/min	$1\text{r/min} = (1/60)\text{s}^{-1}$
长 度	海 里	n mile	1nmile = 1852m (只用于航程)
速 度	节	kn	$1\text{kn} = 1\text{nmile/h} = (1852/3600)\text{m/s}$ (只用于航行)
质 量	吨	t	$1\text{t} = 10^3\text{kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{u} \approx 1.6605655 \times 10^{-27}\text{kg}$
体 积	升	L, (l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$
能	电子伏	eV	$1\text{eV} \approx 1.6021892 \times 10^{-19}\text{J}$
级 差	分 贝	dB	
线密度	特〔克斯〕	tex	$1\text{tex} = 1\text{g/km}$

5. 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾〔可萨〕	E
10^{16}	拍〔它〕	P
10^{15}	太〔拉〕	T
10^9	吉〔咖〕	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-1}	分	d
10^{-2}	厘	c
10^{-3}	毫	m
10^{-6}	微	μ
10^{-9}	纳〔诺〕	n
10^{-12}	皮〔可〕	p
10^{-15}	飞〔母托〕	f
10^{-18}	阿〔托〕	a

- 注：1. 周、月、年（年的符号为a），为一般常用时间单位。
 2. 〔 〕内的字，是在不致混淆的情况下，可以省略的字。
 3. （ ）内的字为前者的同义语。
 4. 角度单位度分秒的符号不处于数字后时，用弧括。
 5. 升的符号中，小写字母l为备用符号。
 6. r为“转”的符号。
 7. 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。
 8. 公里为千米的俗称，符号为km。
 9. 10^4 称为万， 10^8 称为亿， 10^{12} 称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

(二) 元素符号表

符 号	元素名称 (中、英文)	原子序数
Ac	锕 actinium	89
Ag	银 silver, argentum (拉丁文)	47
Al	铝 aluminum	13
Am	镅 americium	95
Ar	氩 argon	18
As	砷 arsenic	33
At	砹 astatine	85
Au	金 gold, aurum (拉丁文)	79
B	硼 boron	5
Ba	钡 barium	56
Be	铍 beryllium	4
Bi	铋 bismuth	83
Bk	锫 berkelium	97
Br	溴 bromine	35
C	碳 carbon	6
Ca	钙 calcium	20
Cd	镉 cadmium	48
Ce	铈 cerium	58
Cf	锎 californium	98
Cl	氯 chlorine	17
Cm	锔 curium	96
Co	钴 cobalt	27
Cr	铬 chromium	24
Cs	铯 cesium	55
Cu	铜 copper, cuprum (拉丁文)	29
Dy	镝 dysprosium	66
Er	铒 erbium	68
Es	镱 einsteinium	99
Eu	铕 europium	63
F	氟 fluorine	9

(续)

符 号	元素名称 (中、英文)	原子序数
Fe	铁 iron, ferrum (拉丁文)	26
Fm	镆 fermium	100
Fr	钫 francium	87
Ga	镓 gallium	31
Gd	钆 gadolinium	64
Ge	锗 germanium	32
H	氢 hydrogen	1
He	氦 helium	2
Hf	铪 hafnium	72
Hg	汞 mercury, hydrargyrum (拉丁文)	80
Ho	钬 holmium	67
I	碘 iodine	53
In	铟 indium	49
Ir	铱 iridium	77
K	钾 potassium, kalium (德文)	19
Kr	氪 krypton	36
La	镧 lanthanum	57
Li	锂 lithium	3
Lr	铹 lawrencium	103
Lu	镥 lutecium	71
Md	钔 mendelevium	101
Mg	镁 magnesium	12
Mn	锰 manganese	25
Mo	钼 molybdenum	42
N	氮 nitrogen	7
Na	钠 sodium, natrium (拉丁文)	11
Nb	铌 niobium	41
Nd	钕 neodymium	60
Ne	氖 neon	10
Ni	镍 nickel	28
No	锘 nobelium	102
Np	镎 neptunium	93

(续)

符 号	元素名称 (中、英文)	原子序数
O	氧 oxygen	8
Os	锇 osmium	76
P	磷 phosphorus	15
Pa	镤 protactinium	91
Pb	铅 lead, plumbum (拉丁文)	82
Pd	钯 palladium	46
Pm	钷 promethium	61
Po	钋 polonium	84
Pr	镨 praseodymium	59
Pt	铂 platinum	78
Pu	钚 plutonium	94
Ra	镭 radium	88
Rb	铷 rubidium	37
Re	铼 rhenium	75
Rh	铑 rhodium	45
Rn	氡 radon	86
Ru	钌 ruthenium	44
S	硫 sulfur	16
Sb	锑 antimony, stibium (拉丁文)	51
Sc	钪 scandium	21
Se	硒 selenium	34
Si	硅 silicon	14
Sn	锡 tin, stannum (拉丁文)	50
Sm	钐 samarium	62
Sr	锶 strontium	38
Ta	钽 tantalum	73
Tb	铽 terbium	65
Tc	锝 technetium	43
Te	碲 tellurium	52
Th	钍 thorium	90
Ti	钛 titanium	22
Tl	铊 thallium	81