

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T 244—2026

代替GBZ/T 244—2017, GBZ/T 301—2017

电离辐射所致局部皮肤吸收剂量和眼晶状体 吸收剂量估算方法标准

Standard for estimating the local skin absorbed dose and the eye lens absorbed dose
caused by ionizing radiation

2026 - 05 - 25 发布

2026 - 12 - 01 实施

中华人民共和国国家卫生健康委员会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 通用要求 2

5 局部皮肤吸收剂量估算方法 2

6 眼晶状体吸收剂量估算方法 3

7 相关辐射量的计算 3

附录 A （资料性） 局部皮肤吸收剂量估算中的相关转换系数 8

附录 B （资料性） 局部皮肤吸收剂量和眼晶状体吸收剂量估算示例 15

附录 C （资料性） 眼晶状体吸收剂量估算中的相关转换系数 21

附录 D （资料性） 外照射剂量估算中的相关转换系数 27

参考文献 37

前 言

本标准为你推荐性标准。

本标准代替GBZ/T 244—2017《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》和GBZ/T 301—2017《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》，与GBZ/T 244—2017和GBZ/T 301—2017相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 删除了用于估算全身平均皮肤吸收剂量的方法（见GBZ/T 244—2017的4.1~4.3）；
- b) 增加了X/γ光子照射情况下用空气比释动能近似方法估算局部皮肤吸收剂量的方法（见5.1）；
- c) 增加了中子照射情况下将局部皮肤个人吸收剂量作为局部皮肤吸收剂量近似值的方法（见5.2）；
- d) 更改了由局部皮肤相应位置的实用量和注量估算局部皮肤吸收剂量的方法（见第7章，GBZ/T 244—2017的第5章~第8章）；
- e) 更改了由眼晶状体相近位置的实用量和注量估算眼晶状体吸收剂量的方法（见第7章，GBZ/T 301—2017的第4章~第6章）。

本标准由国家卫生健康标准委员会放射卫生标准专业委员会负责技术审查和技术咨询，由中国疾病预防控制中心负责协调性和格式审查，由国家卫生健康委职业健康司负责业务管理、法规司负责统筹管理。

本标准起草单位：苏州大学、中国医学科学院放射医学研究所、清华大学、复旦大学、吉林大学、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所。

本标准主要起草人：涂戡、王一迪、王海云、张文艺、邱睿、刘海宽、杨湘山、孙亮、鞠金欣、朱卫国。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GBZ/T 244，1999年首次发布为WS/T 188—1999，2013年第一次修订时转化为GBZ/T 244—2013，2017年第二次修订；

——GBZ/T 301，1999年首次发布为WS/T 187—1999，2017年第一次修订时转化为GBZ/T 301—2017。

电离辐射所致局部皮肤吸收剂量和眼晶状体吸收剂量估算方法标准

1 范围

本标准规定了电离辐射所致局部皮肤吸收剂量和眼晶状体吸收剂量估算的通用要求、局部皮肤吸收剂量估算方法和眼晶状体吸收剂量估算方法，以及X/γ光子辐射场中空气比释动能和注量的计算方法、电子和中子辐射场中注量的计算方法。

本标准适用于受电离辐射外照射时，成人局部皮肤和眼晶状体的吸收剂量估算。

2 规范性引用文件

本标准没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

局部皮肤吸收剂量 local skin absorbed dose

单位质量局部皮肤组织所吸收的电离辐射的平均授予能。

3.2

眼晶状体吸收剂量 eye lens absorbed dose

单位质量眼晶状体组织所吸收的电离辐射的平均授予能。

3.3

局部皮肤个人吸收剂量 personal absorbed dose in the local skin

照射在局部皮肤上的粒子注量 (Φ) 与粒子注量到相应局部皮肤吸收剂量的转换系数 ($d_{p, local\ skin}$) 的乘积。

3.4

个人剂量当量 personal dose equivalent

人体表面某一指定点下面适当的深度 d 处软组织（通常指ICRU球体）中的剂量当量。

注：用符号 $H_p(d)$ 表示。

3.5

周围剂量当量 ambient dose equivalent

相应的齐向扩展场在ICRU球内逆向齐向场的半径上深度 d 处产生的剂量当量。

注：对于强贯穿辐射，推荐的深度为10 mm，周围剂量当量可表示为 $H^*(10)$ 。

3.6

空气比释动能 air kerma

不带电粒子在单位质量的空气内释放出来的全部次级带电粒子的初始动能的总和。

3.7

照射几何条件 irradiation geometries

入射辐射束相对于人体的取向。

注：常用的照射几何条件有：

- 前后位入射（AP）：垂直于人体长轴（Z轴）从人体正面的入射；
- 后前位入射（PA）：垂直于人体长轴（Z轴）从人体背面的入射；
- 侧向入射（LAT）：垂直于人体长轴（Z轴）从人体侧面的入射，当需要更详细的描述时，从左侧的表示为LLAT，从右侧的表示为RLAT；
- 旋转入射（ROT）：垂直于人体长轴（Z轴）围绕着长轴均匀速度转动方式的入射，也可认为是身体在围绕着长轴均匀速度转动所受到的照射；
- 各向同性入射（ISO）：受到来自每单位立体角的单能粒子注量不随角度变化的辐射场的照射。

4 通用要求

- 4.1 局部皮肤吸收剂量是剂量估算的目标量。
- 4.2 眼晶状体吸收剂量是剂量估算的目标量。
- 4.3 估算能量高于 10 keV 的 X/γ 光子所致的局部皮肤吸收剂量。
- 4.4 估算能量高于 10 keV 的 β 辐射所致的局部皮肤吸收剂量，估算能量高于 100 keV 的 β 辐射所致的眼晶状体吸收剂量。
- 4.5 估算能量高于 6.5 MeV 的 α 粒子所致的局部皮肤吸收剂量。
- 4.6 局部皮肤吸收剂量和眼晶状体吸收剂量估算的结果不但应给出平均值，还应给出受照射线的种类、能量、照射时间、剂量率、照射的次数和照射间隔时间等信息。对于局部皮肤吸收剂量还应给出照射部位和照射面积。

5 局部皮肤吸收剂量估算方法

5.1 X/γ 光子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法

X/γ 光子外照射所致的局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于相应位置的空气比释动能 K_a ，光子辐射场的空气比释动能 K_a 的计算方法参见本标准第 7.1 条。

5.2 中子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法

中子外照射所致的局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ， $D_{\text{p local skin}}$ 采用公式（1）进行估算：

$$D_{\text{p local skin}} = \Phi_n \times d_{\text{p local skin}} \times 10^{-9} \cdots \cdots (1)$$

式中：

$D_{\text{p local skin}}$ ——局部皮肤个人吸收剂量，单位为毫戈瑞（mGy）；

Φ_n ——中子注量，单位为每平方厘米（ cm^{-2} ），计算方法参见本标准第 7.3 条；

$d_{\text{p local skin}}$ ——中子注量到局部皮肤个人吸收剂量的转换系数，单位为皮戈瑞平方厘米（ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$ ），根据局部皮肤所在部位（躯干、四肢和手指），其值参见本标准附录 A 中表 A.1、表 A.2 和表 A.3；

10^{-9} ——皮戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

5.3 电子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法

电子外照射所致的局部皮肤吸收剂量采用公式（2）进行估算：

$$D_{\text{local skin}} = \Phi_e \times c_{\Phi_e D} \times 10^{-9} \quad (2)$$

式中：

- $D_{\text{local skin}}$ ——局部皮肤吸收剂量，单位为毫戈瑞（mGy）；
 Φ_e ——电子注量，单位为每平方厘米（cm⁻²），计算方法参见本标准第7.4条；
 $c_{\Phi_e D}$ ——电子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数，单位为皮戈瑞平方厘米（pGy·cm²），其值参见本标准附录A中表A.4；
 10^{-9} ——皮戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

5.4 α粒子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法

α粒子外照射所致的局部皮肤吸收剂量采用公式（3）进行估算：

$$D_{\text{local skin}} = \Phi_\alpha \times c_{\Phi_\alpha D} \times 10^{-3} \quad (3)$$

式中：

- $D_{\text{local skin}}$ ——局部皮肤吸收剂量，单位为毫戈瑞（mGy）；
 Φ_α ——α粒子注量，单位为每平方厘米（cm⁻²）；
 $c_{\Phi_\alpha D}$ ——α粒子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数，单位为微戈瑞平方厘米（μGy·cm²），其值参见本标准附录A中表A.5；
 10^{-3} ——微戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

5.5 局部皮肤吸收剂量估算示例

X/γ光子、中子、电子和α粒子所致局部皮肤吸收剂量估算相关示例见本标准附录B第B.1条。

6 眼晶状体吸收剂量估算方法

X/γ光子、中子和电子外照射所致的眼晶状体吸收剂量均采用公式（4）进行估算：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} \quad (4)$$

式中：

- D_{lens} ——眼晶状体吸收剂量，单位为毫戈瑞（mGy）；
 Φ ——X/γ光子、中子或电子的注量，单位为每平方厘米（cm⁻²），其中X/γ光子注量计算方法参见本标准第7.2条，中子注量计算方法参见本标准第7.3条，电子注量计算方法参见本标准第7.4条；
 $c_{\Phi D}$ ——X/γ光子、中子或电子的注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数，单位为皮戈瑞平方厘米（pGy·cm²），X/γ光子、中子和电子的注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数的数值分别参见本标准附录C中表C.1、表C.2和表C.3；
 10^{-9} ——皮戈瑞转换为毫戈瑞的转换系数。

X/γ光子、中子和电子外照射所致的眼晶状体吸收剂量估算相关示例见本标准附录B第B.2条。

7 相关辐射量的计算

7.1 光子辐射场的空气比释动能计算

7.1.1 具备光子辐射场空气比释动能率的测量数据时，空气比释动能采用公式（5）进行计算：

$$K_a = \dot{K}_a \times t \quad (5)$$

式中：

K_a ——光子辐射场的空气比释动能，单位为毫戈瑞（mGy）；

\dot{K}_a ——光子辐射场的空气比释动能率，单位为毫戈瑞每小时（mGy·h⁻¹）；

t ——人员在相应场所的停留时间，单位为小时（h）。

7.1.2 对点状 γ 光子辐射源，空气比释动能率采用公式（6）进行计算：

$$\dot{K}_a = \frac{A \times \Gamma_K}{R^2} \quad (6)$$

式中：

\dot{K}_a ——光子辐射场的空气比释动能率，单位为毫戈瑞每小时（mGy·h⁻¹）；

A ——放射源的放射性活度，单位为吉贝可（GBq）；

Γ_K ——空气比释动能率常数，单位毫戈瑞平方米每吉贝可小时[mGy·m²/(GBq·h)]，其值参见本标准附录D中表D.1；

R ——关注点到源的距离，单位为米（m）。

7.1.3 具备光子辐射场中个人剂量当量 $H_p(10)$ 的测量数据时，空气比释动能采用公式（7）进行计算：

$$K_a = \frac{H_p(10)}{c_{KH_p(10)}} \quad (7)$$

式中：

K_a ——光子辐射场的空气比释动能，单位为毫戈瑞（mGy）；

$H_p(10)$ ——个人剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）；

$c_{KH_p(10)}$ ——空气比释动能到个人剂量当量 $H_p(10)$ 的转换系数，单位为毫希沃特每毫戈瑞（mSv/mGy），其值参见本标准附录D中表D.2。

7.1.4 具备光子辐射场中个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 的测量数据时，空气比释动能采用公式（8）进行计算：

$$K_a = \frac{H_p(0.07)}{c_{KH_p(0.07)}} \quad (8)$$

式中：

K_a ——光子辐射场的空气比释动能，单位为毫戈瑞（mGy）；

$H_p(0.07)$ ——个人剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）；

$c_{KH_p(0.07)}$ ——空气比释动能到个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 的转换系数，单位为毫希沃特每毫戈瑞（mSv/mGy），其值参见本标准附录D中表D.3。

7.1.5 具备光子辐射场中周围剂量当量 $H^*(10)$ 的测量数据时，空气比释动能采用公式（9）进行计算：

$$K_a = \frac{H^*(10)}{c_{KH^*}} \quad (9)$$

式中：

- K_a ——光子辐射场的空气比释动能，单位为毫戈瑞（mGy）；
 $H^*(10)$ ——周围剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）；
 c_{KH^*} ——空气比释动能到周围剂量当量的转换系数，单位为毫希沃特每毫戈瑞（mSv/mGy），其值参见本标准附录D中表D. 4。

7.1.6 具备光子辐射场中定向剂量当量 $H'(d, 0^\circ)$ 的测量数据时，空气比释动能采用公式（10）进行计算：

$$K_a = \frac{H'(d, 0^\circ) \times R_Y(d, \alpha)}{c_{KH_p(d)}} \quad (10)$$

式中：

- K_a ——光子辐射场的空气比释动能，单位为毫戈瑞（mGy）；
 $H'(d, 0^\circ)$ ——光子辐射场入射方向为 0° 时的深度为 d mm处的定向剂量当量，单位为毫希沃特（mSv）；
 $R_Y(d, \alpha)$ ——相对于光子入射角度为 α 时的深度在 d mm处的定向剂量当量修正值，其值参见本标准附录D中表D. 2和表D. 3；
 $c_{KH_p(d)}$ ——光子空气比释动能到深度为 d mm处个人剂量当量的转换系数，单位为毫希沃特每毫戈瑞（mSv/mGy），其值参见本标准附录D中表D. 2和表D. 3。

7.2 光子辐射场的注量计算

具备光子辐射场空气比释动能的测量数据时，光子注量采用公式（11）进行计算：

$$\Phi_Y = \frac{K_a \times 10^9}{c_{\Phi K}} \quad (11)$$

式中：

- Φ_Y ——光子辐射场的注量，单位为每平方厘米（ cm^{-2} ）；
 K_a ——光子辐射场的空气比释动能，单位为毫戈瑞（mGy）；
 10^9 ——毫戈瑞转换为皮戈瑞的转换系数；
 $c_{\Phi K}$ ——注量到空气比释动能的转换系数，单位为皮戈瑞平方厘米（ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$ ），其值参见本标准附录D中表D. 5。

7.3 中子辐射场的注量计算

7.3.1 具备中子辐射场注量率的测量数据时，中子注量采用公式（12）进行计算：

$$\Phi_n = \phi_n \times t \quad (12)$$

式中：

- Φ_n ——中子辐射场的注量，单位为每平方厘米（ cm^{-2} ）；
 ϕ_n ——中子辐射场的注量率，单位为每平方厘米小时（ $\text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ）；
 t ——人员在相应场所的停留时间，单位为小时（h）。

7.3.2 具备点状中子源项信息时，中子注量采用公式（13）进行计算：

$$\Phi_n = \frac{AF_n t}{4\pi R^2} \quad (13)$$

式中:

- Φ_n ——中子辐射场的注量, 单位为每平方厘米 (cm^{-2});
 A ——放射源的放射性活度, 单位为贝可 (Bq);
 F_n ——中子放射源每次衰变发射的中子数, 其值参见本标准附录D中表D. 6;
 t ——人员在相应场所的停留时间, 单位为秒 (s);
 R ——关注点到源的距离, 单位为厘米 (cm)。

7.3.3 具备中子辐射场个人剂量当量 $H_p(10)$ 的测量数据时, 中子注量采用公式(14)进行计算:

$$\Phi_n = \frac{H_p(10) \times 10^9}{c_{\Phi H_p}} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- Φ_n ——中子辐射场的注量, 单位为每平方厘米 (cm^{-2});
 $H_p(10)$ ——个人剂量当量, 单位为毫希沃特 (mSv);
 $c_{\Phi H_p}$ ——中子注量到个人剂量当量的转换系数, 单位为皮希沃特平方厘米 ($\text{pSv} \cdot \text{cm}^2$), 其值参见本标准附录D中表D. 7和表D. 8;
 10^9 ——毫希沃特转换为皮希沃特的转换系数。

7.3.4 具备中子辐射场周围剂量当量 $H^*(10)$ 的测量数据时, 中子注量采用公式(15)进行计算:

$$\Phi_n = \frac{H^*(10) \times 10^9}{c_{\Phi H^*}} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- Φ_n ——中子辐射场的注量, 单位为每平方厘米 (cm^{-2});
 $H^*(10)$ ——周围剂量当量, 单位为毫希沃特 (mSv);
 $c_{\Phi H^*}$ ——中子注量到周围剂量当量的转换系数, 单位为皮希沃特平方厘米 ($\text{pSv} \cdot \text{cm}^2$), 其值参见本标准附录D中表D. 9和表D. 10;
 10^9 ——毫希沃特转换为皮希沃特的转换系数。

7.4 电子辐射场的注量计算

7.4.1 具备电子辐射场注量率的测量数据时, 电子注量采用公式(16)进行计算:

$$\Phi_e = \varnothing_e \times t \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- Φ_e ——电子辐射场的注量, 单位为每平方厘米 (cm^{-2});
 \varnothing_e ——电子辐射场的注量率, 单位为每平方厘米小时 ($\text{cm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$);
 t ——人员在相应场所的停留时间, 单位为小时 (h)。

7.4.2 具备点状 β 放射源信息时, 电子注量采用公式(17)进行计算:

$$\Phi_e = \frac{AF_e t}{4\pi R^2} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- Φ_e ——电子辐射场的注量, 单位为每平方厘米 (cm^{-2});

- A —— β 放射源的放射性活度，单位为贝可（Bq）；
 F_e ——放射源每次衰变发射的电子数，其值参见本标准附录D中表D. 11；
 t ——人员在相应场所的停留时间，单位为秒（s）；
 R ——关注点到源的距离，单位为厘米（cm）。

7.4.3 具备电子辐射场定向剂量当量 $H'(d, 0^\circ)$ 的测量数据时，电子注量采用公式（18）进行计算：

$$\Phi_e = \frac{H'(d, 0^\circ) \times \bar{R}_e(d, \alpha) \times 10^3}{c_{\Phi_{pd,e}}} \dots\dots\dots (18)$$

式中：

- Φ_e ——电子辐射场的注量，单位为每平方厘米（ cm^{-2} ）；
 $H'(d, 0^\circ)$ ——入射方向为 0° 时的深度为 d mm处的定向剂量当量，单位为微希沃特（ μSv ）；
 $\bar{R}_e(d, \alpha)$ ——相对于电子入射角度为 α 时的深度在 d mm处的定向剂量当量修正值，其值参见本标准附录D中的表D. 12～表D. 14；
 10^3 ——微希沃特转换为纳希沃特的转换系数；
 $c_{\Phi_{pd,e}}$ ——电子注量到深度为 d mm处定向剂量当量的转换系数，单位为纳希沃特平方厘米（ $\text{nSv} \cdot \text{cm}^2$ ）其值参见本标准附录D中的表D. 15。

附录 A

(资料性)

局部皮肤吸收剂量估算中的相关转换系数

A.1 中子外照射局部皮肤吸收剂量估算中的相关转换系数

中子注量到躯干的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$ 见表A.1。

中子注量到四肢的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$ 见表A.2。

中子注量到手指的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$ 见表A.3。

表 A.1 中子注量到躯干的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$

中子能量 MeV	$d_{\text{p local skin}}$ pGy · cm ²					
	0°	15°	30°	45°	60°	75°
1.00×10^{-9}	3.63	3.59	3.25	3.02	2.60	1.94
1.00×10^{-8}	2.22	2.17	2.02	1.73	1.40	1.00
2.50×10^{-8}	2.03	1.99	1.81	1.50	1.16	0.771
1.00×10^{-7}	1.96	1.89	1.72	1.35	1.01	0.607
2.00×10^{-7}	1.98	1.88	1.68	1.41	0.990	0.588
5.00×10^{-7}	2.04	1.92	1.75	1.36	0.948	0.542
1.00×10^{-6}	2.05	1.98	1.72	1.37	0.955	0.539
2.00×10^{-6}	2.06	1.91	1.75	1.36	0.923	0.545
5.00×10^{-6}	1.98	2.01	1.69	1.36	0.873	0.515
1.00×10^{-5}	2.01	1.88	1.73	1.33	0.899	0.515
2.00×10^{-5}	1.94	1.93	1.62	1.29	0.891	0.506
5.00×10^{-5}	1.82	1.81	1.56	1.22	0.780	0.471
1.00×10^{-4}	1.80	1.76	1.57	1.19	0.822	0.473
2.00×10^{-4}	1.81	1.70	1.51	1.19	0.794	0.454
5.00×10^{-4}	1.69	1.67	1.46	1.18	0.831	0.483
1.00×10^{-3}	1.73	1.65	1.52	1.19	0.856	0.525
2.00×10^{-3}	1.78	1.70	1.55	1.31	0.966	0.638
5.00×10^{-3}	2.07	2.05	1.82	1.58	1.22	0.958
0.0100	2.54	2.42	2.23	2.03	1.76	1.47
0.0200	3.32	3.38	3.20	2.96	2.75	2.42

表A.1 中子注量到躯干的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$ (续)

中子能量 MeV	$d_{\text{p local skin}}$ pGy · cm ²					
	0°	15°	30°	45°	60°	75°
0.0300	4.18	4.12	3.83	3.76	3.61	3.09
0.0500	5.59	5.49	5.32	5.35	4.98	4.79
0.0700	6.84	6.46	6.65	6.47	6.43	5.78
0.100	8.42	8.36	8.37	7.87	7.94	7.49
0.150	10.6	10.6	10.5	10.1	10.2	9.48
0.200	12.4	12.2	12.1	11.8	12.1	11.1
0.300	15.4	15.3	15.3	14.9	15.5	14.0
0.500	18.9	19.2	19.5	19.5	19.8	18.2
0.700	22.1	22.6	22.7	22.2	22.7	21.3
0.900	26.1	26.0	26.0	26.0	26.2	24.5
1.00	31.9	33.0	33.3	31.6	31.9	29.1
1.20	29.5	27.3	29.6	29.3	30.2	28.0
1.50	31.5	29.6	31.8	31.6	32.7	30.9
2.00	35.1	35.2	35.9	36.4	36.8	37.0
3.00	35.7	35.1	37.4	39.3	41.9	43.4
4.00	34.3	35.3	36.8	40.4	46.2	49.3
5.00	30.8	31.6	32.6	36.2	42.0	47.5
6.00	30.3	31.5	32.7	36.5	41.7	47.7
7.00	25.9	26.2	27.8	31.8	37.1	44.4
8.00	25.1	25.9	27.2	30.9	36.9	44.6
9.00	27.5	27.7	28.8	33.2	38.6	46.7
10.0	28.6	28.7	30.1	34.0	39.9	48.0
12.0	30.9	31.9	34.0	37.5	43.0	51.7
14.0	30.5	30.1	32.3	36.3	43.0	51.4
15.0	32.1	31.8	33.7	38.0	44.1	54.5
16.0	30.8	31.9	32.9	37.8	43.2	52.0
18.0	29.8	28.9	31.0	35.5	42.1	53.1
20.0	28.8	29.6	31.1	35.3	41.7	53.7

表A.1 中子注量到躯干的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{p \text{ local skin}}$ (续)

中子能量 MeV	$d_{p \text{ local skin}}$ pGy • cm ²					
	0°	15°	30°	45°	60°	75°
30.0	29.1	30.3	30.7	36.7	42.5	53.3
50.0	23.3	23.4	23.8	29.2	36.9	47.6

注：本表的数据来源ICRU 95报告（2020）。

表A.2 中子注量到四肢的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{p \text{ local skin}}$

中子能量 MeV	$d_{p \text{ local skin}}$ pGy • cm ²													
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	ROT
1.00×10 ⁻⁹	3.140	3.100	2.970	2.830	2.520	2.020	0.731	0.213	0.178	0.152	0.145	0.140	0.142	1.390
1.00×10 ⁻⁸	1.770	1.720	1.670	1.520	1.340	1.090	0.571	0.247	0.207	0.187	0.167	0.172	0.160	0.822
2.50×10 ⁻⁸	1.440	1.430	1.350	1.240	1.120	0.915	0.548	0.277	0.239	0.211	0.191	0.191	0.180	0.710
1.00×10 ⁻⁷	1.180	1.180	1.100	1.060	0.944	0.779	0.571	0.375	0.310	0.286	0.268	0.254	0.259	0.655
2.00×10 ⁻⁷	1.090	1.080	1.050	0.980	0.891	0.772	0.618	0.412	0.355	0.324	0.293	0.287	0.282	0.646
5.00×10 ⁻⁷	0.987	1.010	0.943	0.885	0.862	0.755	0.614	0.477	0.404	0.379	0.357	0.345	0.325	0.641
1.00×10 ⁻⁶	0.936	0.921	0.871	0.859	0.810	0.695	0.619	0.499	0.428	0.391	0.376	0.362	0.353	0.623
2.00×10 ⁻⁶	0.841	0.817	0.826	0.801	0.745	0.707	0.598	0.498	0.444	0.394	0.394	0.377	0.359	0.600
5.00×10 ⁻⁶	0.795	0.797	0.760	0.733	0.688	0.643	0.569	0.501	0.444	0.425	0.399	0.373	0.372	0.575
1.00×10 ⁻⁵	0.734	0.717	0.744	0.706	0.669	0.617	0.522	0.488	0.426	0.418	0.402	0.378	0.377	0.554
2.00×10 ⁻⁵	0.698	0.684	0.689	0.639	0.605	0.567	0.511	0.463	0.427	0.400	0.394	0.370	0.355	0.522
5.00×10 ⁻⁵	0.631	0.601	0.606	0.581	0.570	0.525	0.497	0.428	0.406	0.391	0.386	0.347	0.357	0.486
1.00×10 ⁻⁴	0.565	0.544	0.577	0.568	0.520	0.488	0.455	0.428	0.392	0.367	0.363	0.340	0.343	0.458
2.00×10 ⁻⁴	0.535	0.531	0.538	0.512	0.493	0.493	0.450	0.407	0.370	0.350	0.351	0.330	0.322	0.437
5.00×10 ⁻⁴	0.525	0.537	0.528	0.514	0.504	0.475	0.444	0.394	0.353	0.343	0.320	0.329	0.325	0.430
1.00×10 ⁻³	0.550	0.565	0.553	0.522	0.514	0.512	0.442	0.369	0.330	0.315	0.309	0.298	0.304	0.430
2.00×10 ⁻³	0.608	0.605	0.624	0.620	0.608	0.590	0.517	0.339	0.322	0.305	0.300	0.292	0.286	0.465
5.00×10 ⁻³	0.893	0.878	0.897	0.887	0.902	0.903	0.714	0.381	0.304	0.295	0.281	0.264	0.273	0.606
0.01	1.350	1.340	1.340	1.370	1.400	1.390	1.060	0.433	0.311	0.290	0.277	0.261	0.269	0.856
0.02	2.230	2.240	2.250	2.280	2.330	2.360	1.780	0.580	0.324	0.271	0.257	0.262	0.256	1.350
0.03	3.040	3.030	3.070	3.100	3.200	3.220	2.430	0.750	0.361	0.283	0.243	0.250	0.233	1.800
0.05	4.460	4.440	4.470	4.560	4.670	4.760	3.650	1.110	0.448	0.300	0.260	0.254	0.254	2.610
0.07	5.650	5.650	5.700	5.800	5.940	6.050	4.690	1.520	0.559	0.349	0.280	0.257	0.259	3.310

表A.2 中子注量到四肢的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{p \text{ local skin}}$ (续)

中子能量 MeV	$d_{p \text{ local skin}}$ pGy • cm ²													
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	ROT
0.10	7.180	7.170	7.230	7.360	7.560	7.700	6.090	2.120	0.755	0.433	0.349	0.290	0.266	4.230
0.15	9.270	9.280	9.350	9.490	9.740	9.940	8.170	3.090	1.220	0.634	0.451	0.363	0.341	5.540
0.20	11.000	11.000	11.100	11.200	11.500	11.800	9.920	4.090	1.720	0.921	0.581	0.490	0.451	6.680
0.30	14.000	14.000	14.000	14.200	14.500	14.800	12.800	5.980	2.790	1.540	1.050	0.803	0.754	8.650
0.50	17.400	17.400	17.600	18.100	18.700	19.400	17.500	9.360	4.760	2.930	2.120	1.710	1.600	11.600
0.70	20.600	20.600	20.800	21.200	21.800	22.400	20.700	12.300	7.150	4.940	3.620	3.030	2.910	14.200
0.90	24.100	24.100	24.300	24.600	25.200	25.800	23.900	15.100	8.940	6.420	4.800	4.120	3.900	16.800
1.00	30.500	30.500	30.300	30.200	30.400	30.700	27.400	15.400	8.130	5.110	3.900	3.320	3.110	19.300
1.20	27.700	27.700	27.800	28.000	28.500	29.200	27.500	18.400	12.100	9.050	7.100	6.050	5.910	19.900
1.50	29.600	29.600	29.700	30.000	30.700	31.600	30.200	21.500	15.400	11.800	9.560	8.390	8.160	22.300
2.00	33.200	32.600	32.500	33.400	34.100	34.500	34.700	26.600	19.400	15.400	13.500	12.200	11.700	25.900
3.00	32.400	33.400	32.900	37.000	37.800	40.000	40.200	31.200	26.700	22.600	19.500	18.300	18.000	30.400
4.00	31.500	31.400	32.700	36.200	41.400	45.800	47.800	37.700	31.900	27.300	23.900	22.600	22.000	33.800
5.00	27.900	28.000	29.400	32.800	36.900	42.900	48.500	41.000	35.600	31.100	28.600	26.800	25.900	34.000
6.00	27.100	27.000	28.200	31.500	35.800	43.100	48.500	43.400	38.400	33.000	31.200	28.900	28.900	34.700
7.00	22.000	23.000	23.400	27.600	33.300	40.300	46.500	45.200	40.000	36.800	34.200	32.300	32.800	34.200
8.00	21.600	21.900	24.000	27.300	31.500	41.100	46.300	48.200	44.500	39.800	36.200	34.800	34.100	35.300
9.00	23.300	23.500	24.300	28.000	33.600	40.300	48.700	47.600	44.400	41.300	38.800	36.600	36.700	36.400
10.00	24.200	24.300	25.900	29.900	34.500	43.100	49.900	51.600	49.500	43.700	41.500	39.600	39.000	38.800
12.00	26.200	27.000	27.700	31.800	36.700	46.300	54.600	54.800	52.900	49.700	45.600	44.400	44.500	42.200
14.00	25.500	25.300	27.400	30.600	34.400	43.300	52.100	54.400	54.600	51.700	49.100	46.800	46.900	42.100
15.00	27.100	27.400	28.700	33.200	37.700	47.100	55.800	58.900	57.700	53.800	50.800	49.500	48.300	44.900
16.00	26.600	26.700	28.300	32.000	37.600	45.500	54.200	57.400	56.400	54.900	52.500	52.400	50.300	44.700
18.00	25.700	25.800	26.800	29.900	34.300	45.100	54.700	57.200	59.300	56.800	54.700	52.700	52.600	44.700
20.00	25.400	25.400	26.900	30.100	35.300	44.800	52.800	58.300	58.700	59.500	56.300	54.800	56.200	45.300
30.00	27.400	19.700	27.100	31.100	36.900	44.400	53.800	58.500	64.000	65.300	63.000	63.200	63.800	47.600
50.00	20.000	16.000	22.400	25.000	30.700	38.400	48.800	59.700	66.600	71.900	69.500	72.500	73.100	47.300

注：本表的数据来源ICRU 95报告（2020）。

表 A.3 中子注量到手指的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$

中子能量 MeV	$d_{\text{p local skin}}$ pGy • cm ²													
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	ROT
1.00×10^{-6}	2.660	2.640	2.580	2.450	2.120	1.640	1.070	0.644	0.256	0.151	0.130	0.130	0.128	1.270
1.00×10^{-8}	1.220	1.210	1.180	1.130	1.050	0.868	0.642	0.438	0.264	0.180	0.158	0.146	0.146	0.663
2.50×10^{-8}	0.856	0.859	0.845	0.821	0.751	0.635	0.525	0.378	0.256	0.191	0.162	0.153	0.152	0.508
1.00×10^{-7}	0.495	0.494	0.485	0.479	0.461	0.424	0.368	0.296	0.235	0.194	0.176	0.162	0.158	0.341
2.00×10^{-7}	0.380	0.376	0.376	0.372	0.368	0.347	0.312	0.265	0.225	0.194	0.172	0.166	0.164	0.288
5.00×10^{-7}	0.255	0.258	0.261	0.258	0.258	0.250	0.231	0.206	0.183	0.162	0.151	0.147	0.144	0.214
1.00×10^{-6}	0.195	0.203	0.201	0.200	0.204	0.198	0.185	0.171	0.154	0.136	0.130	0.127	0.128	0.172
2.00×10^{-6}	0.144	0.144	0.146	0.149	0.150	0.146	0.141	0.129	0.124	0.117	0.108	0.105	0.103	0.133
5.00×10^{-6}	0.103	0.101	0.105	0.111	0.116	0.115	0.111	0.106	0.095	0.091	0.086	0.086	0.086	0.103
1.00×10^{-5}	0.081	0.080	0.081	0.086	0.089	0.088	0.087	0.085	0.080	0.076	0.073	0.070	0.070	0.081
2.00×10^{-5}	0.066	0.067	0.069	0.070	0.071	0.070	0.070	0.068	0.066	0.062	0.060	0.059	0.058	0.067
5.00×10^{-5}	0.053	0.052	0.054	0.055	0.057	0.057	0.056	0.054	0.050	0.047	0.046	0.046	0.046	0.053
1.00×10^{-4}	0.047	0.048	0.048	0.049	0.050	0.051	0.049	0.047	0.044	0.040	0.037	0.037	0.037	0.046
2.00×10^{-4}	0.050	0.049	0.050	0.050	0.053	0.052	0.048	0.044	0.040	0.035	0.033	0.030	0.031	0.043
5.00×10^{-4}	0.072	0.073	0.073	0.075	0.069	0.073	0.061	0.058	0.047	0.037	0.031	0.030	0.031	0.056
1.00×10^{-3}	0.121	0.121	0.122	0.123	0.119	0.116	0.102	0.085	0.068	0.047	0.036	0.033	0.032	0.087
2.00×10^{-3}	0.220	0.222	0.224	0.227	0.223	0.215	0.188	0.154	0.117	0.080	0.059	0.052	0.051	0.157
5.00×10^{-3}	0.521	0.523	0.526	0.533	0.531	0.511	0.448	0.366	0.264	0.188	0.138	0.119	0.115	0.372
0.01	0.999	1.000	1.010	1.020	1.020	0.987	0.869	0.710	0.516	0.366	0.271	0.235	0.231	0.720
0.02	1.890	1.890	1.900	1.930	1.930	1.870	1.660	1.350	1.000	0.720	0.545	0.481	0.467	1.370
0.03	2.690	2.700	2.720	2.750	2.760	2.690	2.390	1.980	1.480	1.080	0.829	0.733	0.712	1.980
0.05	4.110	4.100	4.120	4.170	4.190	4.100	3.670	3.080	2.390	1.740	1.390	1.250	1.240	3.070
0.07	5.300	5.280	5.320	5.380	5.420	5.310	4.790	4.090	3.180	2.420	1.970	1.800	1.760	4.040
0.10	6.770	6.780	6.820	6.900	6.960	6.850	6.260	5.430	4.330	3.380	2.780	2.610	2.580	5.320
0.15	8.800	8.810	8.860	8.950	9.060	8.930	8.250	7.160	5.970	4.810	4.040	3.840	3.780	7.080
0.20	10.600	10.500	10.500	10.600	10.700	10.700	9.880	8.750	7.350	5.990	5.180	4.970	4.890	8.570
0.30	13.300	13.200	13.300	13.400	13.400	13.400	12.500	11.300	9.750	8.260	7.170	7.030	6.890	11.100
0.50	16.600	16.600	16.700	16.900	17.200	17.300	16.600	15.400	13.700	12.000	10.700	10.500	10.400	14.700
0.70	19.600	19.600	19.700	19.900	20.100	20.300	19.500	18.200	16.600	14.800	13.400	13.300	13.000	17.600
0.90	22.600	22.600	22.700	22.900	23.100	23.200	22.300	20.800	19.000	17.100	15.600	15.500	15.300	20.300
1.00	27.700	27.700	27.600	27.500	27.400	27.200	25.700	23.400	20.700	18.000	16.400	15.700	15.500	23.200

表A.3 中子注量到手指的局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}}$ (续)

中子能量 MeV	$d_{\text{p local skin}}$ pGy • cm ²													
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°	R0T
1.20	25.900	25.900	26.000	26.100	26.100	26.300	25.400	23.900	22.000	20.200	19.300	18.600	18.500	23.500
1.50	28.000	27.900	28.100	28.100	28.100	28.400	27.700	26.300	24.600	23.100	22.100	22.100	21.800	26.000
2.00	31.200	31.200	31.200	31.500	31.700	31.200	30.600	28.900	27.600	26.100	25.300	25.300	25.400	29.100
3.00	31.200	31.700	32.500	34.200	35.800	36.500	36.600	35.000	33.800	32.600	31.600	31.100	31.100	33.500
4.00	29.700	30.200	31.500	34.000	36.900	39.200	41.700	41.300	40.100	39.000	37.400	36.500	35.800	36.700
5.00	25.900	26.500	28.200	30.800	34.500	38.000	41.600	41.800	41.900	41.300	39.800	39.800	39.800	36.400
6.00	23.700	24.600	26.100	29.300	33.000	37.600	41.400	44.000	44.200	43.500	42.100	42.400	41.500	36.800
7.00	20.700	21.400	23.000	26.600	31.000	35.900	41.500	44.300	45.300	45.200	44.100	44.800	44.600	36.300
8.00	20.300	20.800	22.400	25.200	30.100	35.700	40.800	45.300	47.400	47.500	47.100	46.700	46.200	36.900
9.00	21.300	21.700	23.200	26.200	31.200	37.000	43.000	48.500	50.900	52.200	50.100	50.200	48.800	39.100
10.00	21.700	22.100	24.200	26.900	31.700	37.300	44.000	48.800	51.800	53.400	52.400	52.700	52.700	40.200
12.00	24.700	24.900	26.900	30.200	34.700	40.900	47.200	52.800	56.800	58.100	57.300	54.900	55.300	43.700
14.00	24.000	25.000	25.700	29.300	34.400	40.600	47.700	52.900	57.500	61.400	60.200	60.600	59.100	44.800
15.00	25.700	25.800	26.900	30.400	35.200	41.400	47.000	53.100	59.000	61.800	62.900	62.900	61.100	45.800
16.00	25.300	25.700	27.400	31.000	35.600	41.700	48.300	54.000	59.300	61.600	62.800	63.500	63.200	46.300
18.00	24.700	24.600	25.900	29.000	33.100	39.600	46.300	52.800	57.300	61.300	63.000	63.800	63.900	45.100
20.00	24.500	24.800	25.600	28.600	33.800	39.100	46.500	53.300	58.700	62.600	63.900	66.400	64.500	45.700
30.00	26.100	26.100	27.300	30.600	33.300	39.000	45.600	53.500	60.500	64.800	70.400	65.700	70.800	47.000
50.00	20.200	20.400	22.200	23.700	27.900	32.700	39.100	46.700	54.200	61.900	67.900	70.700	73.900	42.800

注：本表的数据来源ICRU 95报告（2020）。

A.2 电子外照射局部皮肤吸收剂量估算中的相关转换系数

电子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数见表A.4。

表A.4 电子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数 c_{FeD}

电子能量 MeV	c_{FeD} pGy • cm ²	电子能量 MeV	c_{FeD} pGy • cm ²
0.01	0.00122	0.40	441
0.015	0.0028	0.50	382
0.02	0.00473	0.60	343
0.03	0.00885	0.80	315
0.04	0.0147	1.0	304

表A.4 电子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi eD}$ （续）

电子能量 MeV	$c_{\Phi eD}$ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$	电子能量 MeV	$c_{\Phi eD}$ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$
0.05	0.021	1.5	284
0.06	13.7	2.0	280
0.07	215	3.0	264
0.08	662	4.0	259
0.09	1080	5.0	259
0.10	1400	6.0	259
0.15	1210	8.0	267
0.20	841	10.0	262
注：本表的数据来源：ICRP 116出版物（2010）。			

A.3 α 粒子外照射局部皮肤吸收剂量估算中的相关转换系数

α 粒子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数见表A.5。

表A.5 α 粒子注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi \alpha D}$

α 粒子能量 MeV	$c_{\Phi \alpha D}$ $\mu\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$
6.5	0.00111
6.8	0.0256
7.0	0.0420
7.5	0.0752
8.0	0.103
8.5	0.128
9.0	0.150
9.5	0.140
10.0	0.180
注：本表的数据来源：ICRP 116出版物（2010）。	

附录 B

(资料性)

局部皮肤吸收剂量和眼晶状体吸收剂量估算示例

B.1 局部皮肤吸收剂量估算示例

B.1.1 光子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法示例

B.1.1.1 有受照部位处的空气比释动能信息

例：若进行¹⁹²Ir工业探伤的一个工作人员的手指受到事故照射，事故期间受照部位的空气比释动能率为0.6 Gy/h，受照时间30 min，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：用公式（5）可计算在受照时间内受照部位的空气比释动能：

$$K_a = \dot{K}_a \cdot t = 0.6 \times 0.5 = 0.3 \text{ Gy};$$

在能满足带电离子平衡（CPE）条件下，可采用空气比释动能近似剂量估算方法，局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于相应位置的空气比释动能，即：

$$D_{\text{local skin}} \approx K_a = 300 \text{ mGy}。$$

B.1.1.2 有源项信息

例：若进行¹⁹²Ir工业探伤的一个工作人员的手指受到事故照射，源的活度为370 GBq，工作人员的操作手离源距离为50 cm，受照时间30 min，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：从附录D的表D.1可查出¹⁹²Ir的空气比释动能率常数 Γ_K 为0.114 mGy·m²/(GBq·h)，用公式（6）可计算受照部位的空气比释动能率：

$$\dot{K}_a = A \cdot \frac{\Gamma_K}{R^2} = 370 \times \frac{0.114}{0.5^2} \approx 169 \text{ mGy/h};$$

用公式（5）可计算在受照时间内受照部位的空气比释动能：

$$K_a = \dot{K}_a \cdot t = 169 \times 0.5 = 84.5 \text{ mGy};$$

在能满足带电离子平衡（CPE）条件下，可采用空气比释动能近似剂量估算方法，局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于相应位置的空气比释动能，即：

$$D_{\text{local skin}} \approx K_a = 84.5 \text{ mGy}。$$

B.1.1.3 有个人监测信息

例：若进行介入操作的一个工作人员的手指受到事故照射，事故期间个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 的监测结果为500 mSv，X射线的平均能量为30 keV，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：X射线的平均能量为30 keV，假设是垂直入射。

从附录D的表D.3可查得空气比释动能到 $H_p(0.07)$ 的转换系数 $c_{KH_p(0.07)} = 1.230 \text{ mSv/mGy}$ ；

用公式（8）计算在受照时间内受照部位的空气比释动能：

$$K_a = \frac{H_p(0.07)}{c_{KH_p(0.07)}} = \frac{500}{1.230} \approx 407 \text{ mGy};$$

在能满足带电离子平衡（CPE）条件下，可采用空气比释动能近似剂量估算方法，局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于相应位置的空气比释动能，即：

$$D_{\text{local skin}} \approx K_a = 407 \text{ mGy}。$$

B.1.2 中子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法示例

B.1.2.1 有注量监测信息

例：若进行²⁴¹Am/Be中子源操作的一个工作人员的手指受到事故照射，事故期间受照部位注量的监测结果为 $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ ，中子的平均能量为4.5 MeV，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：中子的平均能量为4.5 MeV，假设是垂直入射。

用插值法从表A.3可得中子注量到手指局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}} = 27.8 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（1）计算受照局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ：

$$D_{\text{p local skin}} = \Phi \times d_{\text{p local skin}} \times 10^{-9} = 5 \times 10^9 \times 27.8 \times 10^{-9} = 139 \text{ mGy} ;$$

受照局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ，即：

$$D_{\text{local skin}} \approx D_{\text{p local skin}} = 139 \text{ mGy}。$$

B.1.2.2 有个人监测信息

例：若进行²⁴¹Am/Be中子源操作的一个工作人员的手指受到事故照射，事故期间受照部位 $H_p(10)$ 的监测结果为500 mSv，中子的平均能量为5.0 MeV，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：从附录D的表D.7可得中子注量到个人剂量当量的转换系数 $C_{\Phi H_p} = 420 \text{ pSv} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（14）计算局部皮肤位置处中子辐射场的注量 Φ_n ：

$$\Phi_n = \frac{H_p(10) \times 10^9}{C_{\Phi H_p}} = \frac{500 \times 10^9}{420} \approx 1.19 \times 10^9 \text{ cm}^{-2} ;$$

中子的平均能量为5.0 MeV，假设是垂直入射。

查附录A的表A.3可得中子注量到手指局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}} = 25.9 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（1）计算受照局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ：

$$D_{\text{p local skin}} = \Phi \times d_{\text{p local skin}} \times 10^{-9} = 1.19 \times 10^9 \times 25.9 \times 10^{-9} \approx 30.8 \text{ mGy} ;$$

受照局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ，即：

$$D_{\text{local skin}} \approx D_{\text{p local skin}} = 30.8 \text{ mGy}。$$

B.1.2.3 有场所监测信息

例：若进行²⁴¹Am/Be中子源操作的一个工作人员的手指受到事故照射，事故期间周围剂量当量 $H^*(10)$ 的监测结果为500 mSv，中子的平均能量为5.0 MeV，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：从附录D的表D.9可得中子注量到周围剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H^*} = 405 \text{ pSv} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（15）计算局部皮肤位置处中子辐射场的注量 Φ_n ：

$$\Phi_n = \frac{H^*(10) \times 10^9}{c_{\Phi H^*}} = \frac{500 \times 10^9}{405} \approx 1.23 \times 10^9 \text{ cm}^{-2} ;$$

中子的平均能量为 5.0 MeV，假设是垂直入射。

查附录A的表A.3可得中子注量到手指局部皮肤个人吸收剂量的转换系数 $d_{\text{p local skin}} = 25.9 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（1）计算受照局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ：

$$D_{\text{p local skin}} = \Phi \times d_{\text{p local skin}} \times 10^{-9} = 1.23 \times 10^9 \times 25.9 \times 10^{-9} \approx 31.9 \text{ mGy} ;$$

受照局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ 近似等于局部皮肤个人吸收剂量 $D_{\text{p local skin}}$ ，即：

$$D_{\text{local skin}} \approx D_{\text{p local skin}} = 31.9 \text{ mGy}。$$

B.1.3 电子外照射局部皮肤吸收剂量估算方法示例

B.1.3.1 有注量监测信息

例：在进行 ^{89}Sr 核素治疗时一个工作人员的手指受到事故照射， β 射线近似地视为垂直入射，事故期间受照部位注量的监测结果为 $5 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ ，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解： ^{89}Sr β 射线的平均能量为0.5846 MeV，从附录A的表A.4用插值法可得到电子辐射场注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi eD} \approx 349 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（2）计算受照局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ ：

$$D_{\text{local skin}} = \Phi_e \times c_{\Phi eD} \times 10^{-9} = 349 \times 5 \times 10^8 \times 10^{-9} \approx 175 \text{ mGy}。$$

B.1.3.2 有源项信息

例：在进行 ^{89}Sr 核素治疗时一个工作人员的手指受到事故照射， β 射线近似地视为垂直入射，源的活度为3.7 GBq，工作人员受照皮肤离源距离为50 cm，受照时间1 h，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：从附录D的表D.11可查出 ^{89}Sr β 射线的平均能量为0.5846 MeV，每次衰变发射的 β 粒子数 $F_e = 1$ ，从附录A的表A.4用插值法可得到电子辐射场注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi eD} \approx 349 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（17）可计算此时的注量：

$$\Phi_e = \frac{AF_e t}{4\pi R^2} = \frac{3.7 \times 10^9 \times 1 \times 3600}{4 \times 3.14 \times 50^2} \approx 4.24 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}；$$

用公式（2）计算受照局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ ：

$$D_{\text{local skin}} = \Phi_e \times c_{\Phi eD} \times 10^{-9} = 4.24 \times 10^8 \times 349 \times 10^{-9} \approx 148 \text{ mGy}。$$

B.1.3.3 有定向剂量当量监测信息

例：在进行 ^{89}Sr 核素治疗时一个工作人员的手指受到事故照射， β 射线近似地视为垂直入射，在受照皮肤位置监测的定向剂量当量率 $\dot{H}'(0.07, 0^\circ) = 50 \text{ mSv/h}$ ，受照时间2 h，估算这个工作人员受照部位的局部皮肤吸收剂量。

解：从附录D的表D.11可查出 ^{89}Sr β 射线的平均能量为0.5846 MeV，从附录D的表D.15用插值法可得出电子注量到定向剂量当量的转换系数 $c_{\Phi p0.07, e} \approx 0.372 \text{ nSv} \cdot \text{cm}^2$ ；

由于是垂直入射情况，因此， $R(0.07, 0^\circ) = 1$ ；

用公式（18）计算受照皮肤部位的注量：

$$\Phi_e = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ) \times R_e(0.07, \alpha) \times t \times 10^3}{c_{\Phi p0.07, e}} = \frac{50 \times 10^3 \times 1 \times 10^3}{0.372} \times 2 \approx 2.69 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}；$$

从附录A的表A.4用插值法可得到电子辐射场注量到局部皮肤吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi eD} \approx 349 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（2）计算受照局部皮肤吸收剂量 $D_{\text{local skin}}$ ：

$$D_{\text{local skin}} = \Phi_e \times c_{\Phi eD} \times 10^{-9} = 2.69 \times 10^8 \times 349 \times 10^{-9} \approx 93.9 \text{ mGy}。$$

B.2 眼晶状体吸收剂量估算示例

B.2.1 光子外照射眼晶状体吸收剂量估算方法示例

B.2.1.1 有受照部位处的空气比释动能信息

例：若进行 ^{192}Ir 工业探伤的一个工作人员的眼晶状体受到事故照射，事故期间受照部位的空气比释动能率为0.6 Gy/h，受照时间30 min，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：用公式（5）可计算在受照时间内受照部位的空气比释动能：

$$K_a = \dot{K}_a \cdot t = 0.6 \times 0.5 = 0.3 \text{ Gy} = 300 \text{ mGy};$$

^{192}Ir γ 光子的平均能量为0.37MeV, 从附录D的表D. 5用插值法可得出空气比释动能到注量的转换系数 $c_{\Phi K} = 1.7316 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$; 从附录C的表C. 1用插值法可得出光子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} = 2.132 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$;

用公式(11)计算受照眼晶状体部位的注量:

$$\Phi_\gamma = K_a \times \frac{10^9}{c_{\Phi K}} = 300 \times \frac{10^9}{1.7316} \approx 1.73 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2};$$

用公式(4)计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} :

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 1.73 \times 10^{11} \times 2.132 \times 10^{-9} \approx 369 \text{ mGy}。$$

B. 2. 1. 2 有源项信息

例: 若进行 ^{192}Ir 工业探伤的一个工作人员的眼晶状体受到事故照射, 源的活度为370 GBq, 工作人员的眼晶状体离源距离为50 cm, 受照时间30 min, 估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解: 从附录D表D. 1可查出 ^{192}Ir 的空气比释动能率常数 Γ_K 为0.114 mGy \cdot m²/(GBq \cdot h), 用公式(6)可计算受照部位的空气比释动能率:

$$\dot{K}_a = A \cdot \frac{\Gamma_K}{R^2} = 370 \times \frac{0.114}{0.5^2} \approx 169 \text{ mGy/h};$$

用公式(5)可计算在受照时间内受照部位的空气比释动能:

$$K_a = \dot{K}_a \cdot t = 169 \times 0.5 = 84.5 \text{ mGy};$$

^{192}Ir γ 光子的平均能量为0.37MeV, 从附录D的表D. 5用插值法可得出空气比释动能到注量的转换系数 $c_{\Phi K} = 1.7316 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$; 从附录C的表C. 1用插值法可得出光子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} = 2.132 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$;

用公式(11)计算受照眼晶状体部位的注量:

$$\Phi_\gamma = K_a \times \frac{10^9}{c_{\Phi K}} = 84.5 \times \frac{10^9}{1.7316} \approx 4.88 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2};$$

用公式(4)计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} :

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 4.88 \times 10^{10} \times 2.132 \times 10^{-9} \approx 104 \text{ mGy}。$$

B. 2. 1. 3 有个人监测信息

例: 若进行介入操作的一个工作人员的眼晶状体受到事故照射, 事故期间个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 的监测结果为500 mSv, X射线的平均能量为30 keV, 估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解: X射线的平均能量为30 keV, 假设是垂直入射, 从附录D的表D. 5可得空气比释动能到注量的转换系数 $c_{\Phi K} = 0.7217 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$;

从附录D的表D. 3可查得空气比释动能到 $H_p(0.07)$ 的转换系数 $c_{KH_p(0.07)} = 1.230 \text{ mSv/mGy}$;

用公式(8)计算在受照时间内受照部位的空气比释动能:

$$K_a = \frac{H_p(0.07)}{c_{KH_p(0.07)}} = \frac{500}{1.230} \approx 407 \text{ mGy};$$

从附录C的表C. 1用插值法可得出光子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} = 0.812 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$;

用公式(11)计算受照眼晶状体部位的注量:

$$\Phi_\gamma = K_a \times \frac{10^9}{c_{\Phi K}} = 407 \times \frac{10^9}{0.7217} \approx 5.64 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2};$$

用公式(4)计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} :

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 5.64 \times 10^{11} \times 0.812 \times 10^{-9} \approx 458 \text{ mGy}。$$

B.2.2 中子外照射眼晶状体吸收剂量估算方法示例

B.2.2.1 有注量监测信息

例：若进行²⁴¹Am/Be中子源操作的一个工作人员的眼晶状体受到事故照射，事故期间受照部位注量的监测结果为 $5 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ ，中子的平均能量为4.5 MeV，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：中子的平均能量为4.5 MeV，假设是垂直入射，从附录C的表C.2用插值法可得出中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} = 49.9 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（4）计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} ：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 5 \times 10^9 \times 49.9 \times 10^{-9} \approx 250 \text{ mGy}。$$

B.2.2.2 有个人监测信息

例：若进行²⁴¹Am/Be中子源操作的一个工作人员的眼晶状体受到事故照射，事故期间受照部位 $H_p(10)$ 的监测结果为500 mSv，中子的平均能量为5.0 MeV，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：从附录D的表D.7可得中子注量到个人剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H_p} = 420 \text{ pSv} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（14）计算眼晶状体位置处中子辐射场的注量 Φ_n ：

$$\Phi_n = \frac{H_p(10) \times 10^9}{c_{\Phi H_p}} = \frac{500 \times 10^9}{420} \approx 1.19 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}；$$

中子的平均能量为5.0 MeV，假设是垂直入射，从附录C的表C.2可得出中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} = 52.8 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（4）计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} ：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 1.19 \times 10^9 \times 52.8 \times 10^{-9} \approx 62.8 \text{ mGy}。$$

B.2.2.3 有场所监测信息

例：若进行²⁴¹Am/Be中子源操作的一个工作人员的眼晶状体受到事故照射，事故期间周围剂量当量 $H^*(10)$ 的监测结果为500 mSv，中子的平均能量为5.0 MeV，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：从附录D的表D.9可得中子注量到周围剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H^*} = 405 \text{ pSv} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（15）计算眼晶状体位置处中子辐射场的注量 Φ_n ：

$$\Phi_n = \frac{H^*(10) \times 10^9}{c_{\Phi H^*}} = \frac{500 \times 10^9}{405} \approx 1.23 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}；$$

中子的平均能量为5.0 MeV，假设是垂直入射，从附录C的表C.2可得出中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} = 52.8 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（4）计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} ：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 1.23 \times 10^9 \times 52.8 \times 10^{-9} \approx 64.9 \text{ mGy}。$$

B.2.3 电子外照射眼晶状体吸收剂量估算方法示例

B.2.3.1 有注量监测信息

例：在进行⁸⁹Sr核素治疗时一个工作人员的眼晶状体受到事故照射， β 射线近似地视为垂直入射，事故期间受照部位注量的监测结果为 $5 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：⁸⁹Sr β 射线的平均能量为0.5846 MeV，从附录C的表C.3用插值法可得到电子辐射场注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} \approx 0.035 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

用公式（4）计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} ：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 5 \times 10^{11} \times 0.035 \times 10^{-9} = 17.5 \text{ mGy}。$$

B. 2. 3. 2 有源项信息

例：在进行 ^{89}Sr 核素治疗时一个工作人员的眼晶状体受到事故照射， β 射线近似地视为垂直入射，源的活度为370 GBq，工作人员受照眼晶状体离源距离为50 cm，受照时间1 h，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：从附录D的表D. 11可查出 ^{89}Sr β 射线的平均能量为0.5846 MeV，每次衰变发射的 β 粒子数 $F_e = 1.0$ ，从附录C的表C. 3用插值法可得到电子辐射场注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} \approx 0.035 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；用公式（17）可计算眼晶状体部位的注量：

$$\Phi_e = \frac{A F_e t}{4\pi R^2} = \frac{370 \times 10^9 \times 1 \times 3600}{4 \times 3.14 \times 50^2} \approx 4.24 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}；$$

用公式（4）计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} ：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 4.24 \times 10^{10} \times 0.035 \times 10^{-9} \approx 1.48 \text{ mGy}。$$

B. 2. 3. 3 有定向剂量当量监测信息

例：在进行 ^{89}Sr 核素治疗时一个工作人员的眼晶状体受到事故照射， β 射线近似地视为垂直入射，在受照眼晶状体位置监测的定向剂量当量率 $\dot{H}'(0.07, 0^\circ) = 500 \text{ mGy/h}$ ，受照时间2 h，估算这个工作人员受照部位的眼晶状体吸收剂量。

解：从附录D的表D. 11可查出 ^{89}Sr β 射线的平均能量为0.5846 MeV，从附录D的表D. 15用插值法可得到表D. 15电子注量到定向剂量当量的转换系数 $c_{\Phi p0.07,e} \approx 0.372 \text{ nSv} \cdot \text{cm}^2$ ；从附录C的表C. 3用插值法可得到电子辐射场注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D} \approx 0.035 \text{ pGy} \cdot \text{cm}^2$ ；

由于是垂直入射情况，因此， $R(0.07, 0^\circ) = 1$ ；

用公式（18）计算眼晶状体部位的注量：

$$\Phi_e = \frac{\dot{H}'(0.07, 0^\circ) \times R_e(0.07, \alpha) \times t \times 10^3}{c_{\Phi p0.07,e}} = \frac{500 \times 10^3 \times 1 \times 2 \times 10^3}{0.372} \approx 2.69 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}；$$

用公式（4）计算受照眼晶状体吸收剂量 D_{lens} ：

$$D_{\text{lens}} = \Phi \times c_{\Phi D} \times 10^{-9} = 2.69 \times 10^9 \times 0.035 \times 10^{-9} \approx 0.094 \text{ mGy}。$$

附 录 C
(资料性)

眼晶状体吸收剂量估算中的相关转换系数

单能光子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$ 见表C. 1。

单能中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$ 见表C. 2。

单能电子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$ 见表C. 3。

表 C. 1 单能光子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$

光子能量 MeV	$c_{\Phi D}$ pGy · cm ²				
	AP	PA	LAT	ROT	ISO
0. 01	0. 833	—	0. 0762	0. 277	0. 247
0. 015	1. 62	—	0. 417	0. 657	0. 393
0. 02	1. 35	—	0. 501	0. 616	0. 409
0. 03	0. 812	0. 0048	0. 422	0. 432	0. 342
0. 04	0. 581	0. 0201	0. 353	0. 336	0. 282
0. 05	0. 483	0. 0328	0. 317	0. 294	0. 248
0. 06	0. 450	0. 0417	0. 312	0. 285	0. 244
0. 07	0. 455	0. 0504	0. 322	0. 293	0. 251
0. 08	0. 482	0. 0590	0. 347	0. 314	0. 265
0. 10	0. 559	0. 0780	0. 416	0. 376	0. 313
0. 15	0. 838	0. 142	0. 642	0. 580	0. 484
0. 2	1. 13	0. 225	0. 912	0. 810	0. 686
0. 3	1. 74	0. 427	1. 45	1. 28	1. 13
0. 4	2. 30	0. 659	1. 97	1. 75	1. 59
0. 5	2. 83	0. 907	2. 46	2. 21	2. 04
0. 6	3. 34	1. 17	2. 94	2. 65	2. 46
0. 8	4. 26	1. 71	3. 81	3. 46	3. 23
1. 0	5. 06	2. 23	4. 62	4. 18	3. 93
1. 5	6. 30	3. 49	6. 30	5. 65	5. 27
2. 0	7. 04	4. 63	7. 61	6. 75	6. 34
3. 0	6. 93	6. 89	9. 85	8. 41	8. 06
4. 0	6. 60	9. 07	11. 3	9. 63	9. 62
5. 0	6. 29	10. 8	12. 5	10. 6	10. 7
6. 0	5. 96	12. 4	13. 4	11. 3	11. 8

表C.1 单能光子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$ (续)

光子能量 MeV	$c_{\Phi D}$ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$				
	AP	PA	LAT	ROT	ISO
8.0	5.44	15.6	15.2	13.1	13.9
10.0	5.05	18.8	17.0	14.7	15.8
15.0	4.82	26.9	20.7	18.6	20.4
20.0	4.64	35.8	23.8	22.2	23.4
30.0	4.52	53.5	28.8	28.4	29.7
40.0	4.58	69.6	32.7	33.7	34.6
50.0	4.64	83.5	35.3	37.9	40.0
60.0	4.68	95.7	37.6	41.5	43.4
80.0	4.80	118	41.1	47.4	51.3
100	4.92	135	43.7	52.4	57.9
150	5.22	162	48.0	59.6	65.6
200	5.39	180	50.8	64.3	71.7
300	5.60	199	53.9	69.7	81.3
400	5.70	214	56.1	73.1	87.5
500	5.80	224	57.4	75.7	91.7
600	5.86	232	58.5	77.6	95.9
800	5.96	243	59.9	80.1	104
1000	6.01	251	60.6	82.0	108
1500	6.15	264	62.0	84.6	115
2000	6.22	273	63.0	86.7	122
3000	6.28	285	64.0	89.2	129
4000	6.29	293	64.8	90.9	137
5000	6.29	299	65.4	92.2	143
6000	6.28	304	66.1	93.4	146
8000	6.25	313	67.0	95.6	148
10000	6.22	320	67.1	97.5	149
注：本表的数据来源ICRP 116出版物（2010）。					

表 C.2 单能中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$

中子能量 MeV	$c_{\Phi D}$ pGy · cm ²				
	AP	PA	LAT	ROT	ISO
1.0×10^{-9}	2.32	0.283	0.735	0.949	0.786
1.0×10^{-8}	2.73	0.329	0.868	1.12	0.848
2.5×10^{-8}	2.80	0.327	0.963	1.20	0.855
1.0×10^{-7}	2.87	0.322	1.14	1.28	0.863
2.0×10^{-7}	2.86	0.331	1.24	1.34	0.871
5.0×10^{-7}	2.79	0.356	1.32	1.39	0.890
1.0×10^{-6}	2.71	0.378	1.35	1.40	0.915
2.0×10^{-6}	2.63	0.395	1.37	1.40	0.949
5.0×10^{-6}	2.52	0.406	1.37	1.37	1.00
1.0×10^{-5}	2.38	0.406	1.34	1.32	1.04
2.0×10^{-5}	2.28	0.419	1.31	1.27	1.07
5.0×10^{-5}	2.16	0.452	1.25	1.22	1.09
1.0×10^{-4}	2.06	0.472	1.22	1.15	1.09
2.0×10^{-4}	1.95	0.483	1.18	1.13	1.08
5.0×10^{-4}	1.82	0.483	1.16	1.08	1.05
0.001	1.77	0.479	1.13	1.05	1.02
0.002	1.80	0.477	1.11	1.06	1.01
0.005	1.97	0.465	1.14	1.10	1.04
0.01	2.28	0.446	1.27	1.23	1.13
0.02	2.93	0.424	1.51	1.52	1.35
0.03	3.59	0.417	1.76	1.77	1.55
0.05	4.77	0.420	2.24	2.36	1.94
0.07	5.86	0.417	2.71	2.84	2.29
0.10	7.29	0.415	3.38	3.49	2.78
0.15	9.38	0.423	4.38	4.49	3.52
0.2	11.1	0.440	5.30	5.41	4.20
0.3	14.1	0.493	6.95	6.91	5.45
0.5	18.3	0.644	9.86	9.47	7.64
0.7	21.5	0.837	12.2	11.5	9.58
0.9	25.4	1.07	14.4	13.4	11.3
1.0	27.0	1.19	15.6	14.5	12.2

表C.2 单能中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$ (续)

中子能量 MeV	$c_{\Phi D}$ $\mu\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$				
	AP	PA	LAT	ROT	ISO
1.2	29.0	1.47	17.5	16.2	13.8
1.5	30.6	1.94	20.1	18.2	15.9
2.0	34.2	2.86	23.9	21.0	19.2
3.0	40.5	5.02	30.1	26.5	24.7
4.0	47.0	7.41	35.2	31.8	29.2
5.0	52.8	9.88	38.4	36.6	33.1
6.0	57.2	12.3	42.0	40.5	36.4
7.0	59.2	14.7	45.2	43.4	39.4
8.0	61.2	17.0	47.9	46.0	42.0
9.0	62.8	19.2	50.4	48.2	44.3
10.0	64.2	21.3	52.6	50.3	46.4
12.0	66.2	25.2	56.3	53.8	50.1
14.0	67.7	28.7	59.3	56.5	53.2
15.0	68.2	30.4	60.6	57.5	54.5
16.0	68.7	32.0	61.8	58.5	55.8
18.0	69.3	35.0	63.8	59.8	58.0
20.0	69.4	37.8	65.5	60.7	59.9
21.0	69.1	39.1	66.3	60.9	60.8
30.0	62.8	49.5	70.7	60.2	66.9
50.0	49.3	65.7	65.6	60.5	74.5
75.0	42.0	79.1	65.2	63.3	79.4
100	39.3	88.7	66.6	66.7	82.3
130	38.2	97.6	69.1	70.7	84.8
150	38.1	103	71.0	73.4	86.0
180	38.3	109	73.8	77.2	87.5
200	38.7	113	75.7	79.6	88.4
300	41.5	130	85.0	90.8	91.6
400	44.7	145	93.4	101	94.1
500	48.1	159	101	109	96.2
600	51.3	172	108	117	98.1
700	54.4	184	115	124	99.9

表C.2 单能中子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$ (续)

中子能量 MeV	$c_{\Phi D}$ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$				
	AP	PA	LAT	ROT	ISO
800	57.3	195	121	131	102
900	60.2	206	127	137	103
1000	62.9	217	133	143	105
2000	84.7	299	177	186	119
5000	119	431	249	254	157
10000	138	552	302	300	215

注：本表的数据来源：ICRP 116出版物，2010。

表 C.3 单能电子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 $c_{\Phi D}$

电子能量 MeV	$c_{\Phi D}$ $\text{pGy} \cdot \text{cm}^2$		
	AP	PA	ISO
0.10	9.4×10^{-4}	—	9.4×10^{-4}
0.15	0.0017	—	0.0017
0.2	0.0026	—	0.0026
0.3	0.0048	7.3×10^{-7}	0.0048
0.4	0.0078	1.2×10^{-5}	0.0078
0.5	0.0115	7.3×10^{-5}	0.0115
0.6	0.0406	2.6×10^{-4}	0.0406
0.7	1.46	6.4×10^{-4}	1.46
0.8	9.97	0.0013	9.97
1.0	69.1	0.0026	22.6
1.5	307	0.0070	47.3
2.0	414	0.0141	71.0
3.0	373	0.0312	99.7
4.0	332	0.0592	115
5.0	314	0.114	123
6.0	306	0.171	128
8.0	302	0.375	142
10.0	301	0.675	160
15.0	309	1.98	184
20.0	311	4.07	208

表C.3 单能电子注量到眼晶状体吸收剂量的转换系数 c_{FD} (续)

电子能量 MeV	c_{FD} $\mu\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$		
	AP	PA	ISO
30.0	309	19.0	240
40.0	309	78.3	262
50.0	309	170	277
60.0	309	246	290
80.0	309	300	304
100	309	329	316
150	309	372	330
200	309	401	336
300	309	440	349
400	308	458	365
500	308	472	374
600	308	483	381
800	308	506	395
1000	308	524	405
1500	308	559	422
2000	309	586	434
3000	308	626	454
4000	308	657	470
5000	308	682	477
6000	308	704	483
8000	307	740	492
10000	307	762	498
注：本表的数据来源ICRP 116出版物（2010）。			

附 录 D
(资料性)

外照射剂量估算中的相关转换系数

D.1 光子外照射剂量估算中的相关转换系数

常用放射性核素的空气比释动能率常数 Γ_K 见表D. 1。
空气比释动能到个人剂量当量 $H_p(10)$ 的转换系数 $c_{KH_p(10)}$ 及定向剂量当量修正值 $R_Y(10, \alpha)$ 见表D. 2。
空气比释动能到个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 的转换系数 $c_{KH_p(0.07)}$ 及定向剂量当量修正值 $R_Y(0.07, \alpha)$ 见表D. 3。
空气比释动能到周围剂量当量的转换系数 c_{KH^*} 见表D. 4。
光子注量到空气比释动能的转换系数 $c_{\Phi K}$ 见表D. 5。

表 D. 1 常用放射性核素的空气比释动能率常数 Γ_K

放射性核素	Γ_K mGy · m ² / (GBq · h)	放射性核素	Γ_K mGy · m ² / (GBq · h)
⁷ Be	0. 0068	¹²⁵ I	0. 036
¹¹ C	0. 139	¹³¹ I	0. 052
¹⁸ F	0. 135	¹³³ Xe	0. 013
⁵⁹ Fe	0. 148	¹³⁴ Cs	0. 208
⁶⁰ Co	0. 307	¹³⁷ Cs	0. 0769
⁶⁴ Cu	0. 025	¹⁹² Ir	0. 114
⁷² Ga	0. 319	¹⁹⁸ Au	0. 055
⁸⁶ Rb	0. 0118	²²⁷ Ac	0. 004
⁸⁵ Sr	0. 134	²²⁶ Ra	0. 002
⁹⁹ Mo	0. 022	²²⁸ Ra	0. 014
¹⁰⁶ Ru	0. 0401	²³⁴ U	0. 001
注：表的数据来源ICRP 107 出版物（2008）。			

表 D.2 空气比释动能到个人剂量当量 $H_p(10)$ 的转换系数 $c_{KH_p(10)}$ 及定向剂量当量修正值 $R_y(10, \alpha)$

光子能量 MeV	$c_{KH_p(10)}$ mSv/mGy	$R_y(10, \alpha)$					
		0°	15°	30°	45°	60°	75°
0.01	0.009	1.000	0.889	0.556	0.222	0.000	0.000
0.0125	0.098	1.000	0.929	0.704	0.388	0.102	0.000
0.015	0.264	1.000	0.966	0.822	0.576	0.261	0.030
0.0175	0.445	1.000	0.971	0.879	0.701	0.416	0.092
0.02	0.611	1.000	0.982	0.913	0.763	0.520	0.167
0.025	0.883	1.000	0.980	0.937	0.832	0.650	0.319
0.03	1.112	1.000	0.984	0.950	0.868	0.716	0.411
0.04	1.490	1.000	0.986	0.959	0.894	0.760	0.494
0.05	1.766	1.000	0.988	0.963	0.891	0.779	0.526
0.06	1.892	1.000	0.988	0.969	0.911	0.793	0.561
0.08	1.903	1.000	0.997	0.970	0.919	0.809	0.594
0.10	1.811	1.000	0.992	0.972	0.927	0.834	0.612
0.125	1.696	1.000	0.998	0.980	0.938	0.857	0.647
0.15	1.607	1.000	0.997	0.984	0.947	0.871	0.677
0.20	1.492	1.000	0.997	0.991	0.959	0.900	0.724
0.30	1.369	1.000	1.000	0.996	0.984	0.931	0.771
0.40	1.300	1.000	1.004	1.001	0.993	0.955	0.814
0.50	1.256	1.000	1.005	1.002	1.001	0.968	0.846
0.60	1.226	1.000	1.005	1.004	1.003	0.975	0.868
0.80	1.190	1.000	1.001	1.003	1.007	0.987	0.892
1.00	1.167	1.000	1.000	0.996	1.009	0.990	0.910
1.50	1.139	1.000	1.002	1.003	1.006	0.997	0.934
3.00	1.117	1.000	1.005	1.010	0.998	0.998	0.958
6.00	1.109	1.000	1.003	1.003	0.992	0.997	0.995
10.00	1.111	1.000	0.998	0.995	0.989	0.992	0.966
注：本表的数据来源 ICRP 74 出版物（1996）。							

表 D.3 空气比释动能到个人剂量当量 $H_p(0.07)$ 的转换系数 $c_{KH_p(0.07)}$ 及定向剂量当量修正值 $R_y(0.07, \alpha)$

光子能量 MeV	$c_{KH_p(0.07)}$ mSv/mGy	$R_y(0.07, \alpha)$					
		0 °	15°	30°	45°	60°	75°
0.005	0.750	1.000	0.991	0.956	0.895	0.769	0.457
0.010	0.947	1.000	0.996	0.994	0.987	0.964	0.904
0.015	0.981	1.000	1.000	1.001	0.994	0.992	0.954
0.020	1.045	1.000	0.996	0.996	0.987	0.982	0.948
0.030	1.230	1.000	0.990	0.989	0.972	0.946	0.897
0.040	1.444	1.000	0.994	0.990	0.965	0.923	0.857
0.050	1.632	1.000	0.994	0.979	0.954	0.907	0.828
0.060	1.716	1.000	0.995	0.984	0.961	0.913	0.837
0.080	1.732	1.000	0.994	0.991	0.966	0.927	0.855
0.100	1.669	1.000	0.993	0.990	0.973	0.946	0.887
0.150	1.518	1.000	1.001	1.005	0.995	0.977	0.950
0.200	1.432	1.000	1.001	1.001	1.003	0.997	0.981
0.300	1.336	1.000	1.002	1.007	1.010	1.019	1.013
0.400	1.280	1.000	1.002	1.009	1.016	1.032	1.035
0.500	1.244	1.000	1.002	1.008	1.020	1.040	1.054
0.600	1.220	1.000	1.003	1.009	1.019	1.043	1.057
0.800	1.189	1.000	1.001	1.008	1.019	1.043	1.062
1.000	1.173	1.000	1.002	1.005	1.016	1.038	1.060
注：本表的数据来源 ICRP 74 出版物（1996）。							

表 D.4 空气比释动能到周围剂量当量的转换系数 c_{KH}^*

光子能量 MeV	c_{KH}^* mSv/mGy	光子能量 MeV	c_{KH}^* mSv/mGy
0.010	0.008	0.500	1.23
0.015	0.26	0.600	1.21
0.020	0.61	0.800	1.19
0.030	1.10	1	1.17
0.040	1.47	1.5	1.15
0.050	1.67	2	1.14
0.060	1.74	3	1.13
0.080	1.72	4	1.12
0.100	1.65	5	1.11
0.150	1.49	6	1.11
0.200	1.40	8	1.11
0.300	1.31	10	1.10
0.400	1.26	—	—

注：本表的数据来源ICRP 74 出版物（1996）。

表 D.5 光子注量到空气比释动能的转换系数 $c_{\Phi K}$

光子能量 MeV	$c_{\Phi K}$ pGy·cm ²	光子能量 MeV	$c_{\Phi K}$ pGy·cm ²	光子能量 MeV	$c_{\Phi K}$ pGy·cm ²
0.005	30.65	0.06	0.2889	1.2	5.165
0.006	21.25	0.07	0.2878	1.25	5.332
0.007	15.5	0.08	0.3067	1.3	5.498
0.008	11.79	0.1	0.3714	1.33	5.596
0.009	9.221	0.12	0.4606	1.5	6.147
0.01	7.4	0.15	0.5994	1.7	6.725
0.011	6.043	0.2	0.8567	2	7.557
0.012	5.022	0.24	1.062	2.4	8.563
0.013	4.236	0.3	1.383	3	9.977
0.015	3.125	0.5	2.379	4	12.14
0.017	2.388	0.511	2.431	5	14.18
0.02	1.684	0.6	2.844	6	16.17
0.024	1.15	0.662	3.112	6.129	16.44
0.025	1.056	0.7	3.275	7	18.19
0.03	0.7217	0.8	3.702	8	20.13

表 D.5 光子注量到空气比释动能的转换系数 $c_{\Phi K}$ （续）

光子能量 MeV	$c_{\Phi K}$ pGy · cm ²	光子能量 MeV	$c_{\Phi K}$ pGy · cm ²	光子能量 MeV	$c_{\Phi K}$ pGy · cm ²
0.04	0.4289	1	4.481	10	24.13
0.05	0.3229	1.117	4.884	—	—
注：本表的数据来源 ICRU 95 报告（2020）。					

D.2 中子外照射剂量估算中的相关转换系数

部分核素中子源的平均能量和每次衰变发射的中子数见表D.6。
单能中子的注量到个人剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H_p}$ 见表D.7。
广谱中子参考场中子注量到个人剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H_p}$ 见表D.8。
单能中子的注量到周围剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H^*}$ 见表D.9。
广谱中子参考场中子注量到周围剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H^*}$ 见表D.10。

表 D.6 部分核素中子源的平均能量和每次衰变发射的中子数

中子源	中子平均能量 MeV	每次衰变发射的中子数 F_n × 10 ⁻⁵ /Bq
²¹⁰ Po-Be	4.5	7
²²⁶ Ra-Be	3.9	50
²³⁸ Pu-Be	4.5	8
²³⁹ Pu-Be	4.6	6
²⁴¹ Am-Be	4.4	7.5
¹²⁴ Sb-Be	0.022	51
²⁵² Cf	2.3	2.4 × 10 ¹⁵ a
²⁵² Cf (D ₂ O 慢化)	2.1	2.1 × 10 ¹⁵ a
注：本表的数据来源 ISO 14152：2001。		
a 单位质量的中子发射率，单位是 1/(s · kg)。		

表 D.7 单能中子的注量到个人剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H_p}$

中子能量 MeV	$c_{\Phi H_p}$ pSv • cm ²					
	0°	15°	30°	45°	60°	75°
2.53×10^{-8}	11.4	10.6	9.11	6.61	4.04	1.73
0.002	8.72	8.22	7.27	5.43	3.46	1.67
0.008	10.4	9.89	8.36	6.43	3.99	1.73
0.024	20.2	19.9	17.2	13.6	7.85	2.38
0.144	134	131	121	102	69.9	22.9
0.250	215	214	201	173	125	47.0
0.565	355	349	347	313	245	115
1.2	433	427	440	412	355	210
2.5	437	434	454	441	410	294
2.8	433	431	451	441	412	302
5.0	420	418	437	435	409	331
14.8	561	563	581	572	576	517
17.0	587	587	609	600	606	549
19.0	600	596	621	614	620	568
注：本表的数据来源ISO 8529-3：2023。						

表 D.8 广谱中子参考场中子注量到个人剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H_p}$

参考辐射场	$c_{\Phi H_p}$ pSv • cm ²					
	0°	15°	30°	45°	60°	75°
²⁵² Cf (D ₂ O-慢化)	119	118	119	111	95.0	60.6
²⁵² Cf	400	397	409	389	346	230
²⁴¹ Am-Be 小源	412	410	426	416	385	294
²⁴¹ Am-Be 大源	406	404	419	409	377	287
²⁴¹ Am-Be	411	409	424	415	383	293
注：本表的数据来源ISO 8529-3：2023。						

表 D. 9 单能中子的注量到周围剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H^*}$

中子能量 MeV	$c_{\Phi H^*}$ pSv · cm ²
2.53×10^{-8}	10.6
0.002	7.7
0.008	9.4
0.024	19.3
0.144	127
0.250	203
0.565	343
1.2	425
2.5	416
2.8	413
5.0	405
14.8	536
17.0	563
19.0	584
注：本表的数据来源ISO 8529-3：2023。	

表 D. 10 广谱中子参考场中子注量到周围剂量当量的转换系数 $c_{\Phi H^*}$

中子能量 MeV	$c_{\Phi H^*}$ pSv · cm ²
²⁵² Cf (D ₂ O-慢化)	114
²⁵² Cf	385
²⁴¹ Am-Be 小源	393
²⁴¹ Am-Be 大源	387
²⁴¹ Am-Be	391
注：本表的数据来源ISO 8529-3：2023。	

D. 3 电子外照射剂量估算中的相关转换系数

有β外照射意义的常用β放射源每次衰变发射的电子数 F_e 见表D. 11。
电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(0.07, 0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(0.07, \alpha)$ 见表D. 12。
电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(3, 0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(3, \alpha)$ 见表D. 13。
电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(10, 0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(10, \alpha)$ 见表D. 14。
电子注量到定向剂量当量的转换系数 $c_{\Phi_{pd,e}}$ 见表D. 15。

表 D.11 有 β 外照射意义的常用 β 放射源每次衰变发射的电子数 F_e

放射性核素	半衰期	最大能量 MeV	平均能量 MeV	F_e
^{24}Na	14.959 h	0.5541	0.5539	0.9999
^{32}P	14.26 d	0.6949	0.6949	1
^{38}Cl	37.24 min	2.2439	1.5505	2.0013
^{41}Ar	109.34 min	1.0769	0.4645	0.9998
^{40}K	1.28×10^9 a	0.5606	0.5006	0.9647
^{42}K	12.36 h	1.5658	1.4304	1
^{76}As	1.0778 d	1.2669	1.0676	0.9977
^{86}Rb	18.631 d	0.7094	0.6682	1
^{88}Sr	50.53 d	0.5846	0.5846	1
^{90}Y	64.1 h	0.9337	0.9337	1.0001
^{210}Tl	1.3 min	1.7660	1.2954	2.0108

注：本表的数据来源：<http://hps.org/publicinformation/radarddecaydata.cfm>。

表 D.12 电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(0.07, 0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(0.07, \alpha)$

电子能量 MeV	$\bar{R}_e(0.07, \alpha)$									
	0°	15°	30°	45°	60°	67.5°	75°	82.5°	85°	89°
0.07	1.000	0.813	0.461	0.170	0.041	—	0.005	—	—	—
0.08	1.000	0.903	0.645	0.348	0.132	—	0.028	0.007	0.003	—
0.09	1.000	0.926	0.709	0.445	0.201	—	0.055	0.017	0.010	0.001
0.10	1.000	0.938	0.760	0.509	0.258	—	0.081	0.027	0.016	0.002
0.15	1.000	0.989	0.945	0.771	0.486	—	0.180	0.064	—	—
0.20	1.000	1.046	1.120	1.072	0.751	—	0.295	0.106	0.060	0.008
0.40	1.000	1.039	1.143	1.330	1.348	1.082	0.661	0.245	0.133	0.015
0.70	1.000	1.028	1.110	1.266	1.517	1.502	1.085	0.426	0.216	0.023
1.00	1.000	1.017	1.087	1.227	1.469	1.583	1.308	0.552	0.294	0.030
1.50	1.000	1.027	1.075	1.191	1.401	1.574	1.572	0.756	—	—
2.00	1.000	1.022	1.066	1.163	1.338	1.510	1.654	0.950	0.530	0.053
3.00	1.000	1.004	1.038	1.113	1.264	1.390	1.612	1.277	0.731	0.072
4.00	1.000	1.007	1.042	1.097	1.239	1.369	1.546	1.479	0.952	0.093
7.00	1.000	1.005	1.019	1.071	1.180	1.274	1.419	1.736	1.412	0.151
10.00	1.000	1.010	1.016	1.050	1.126	1.220	1.345	1.661	1.646	0.210

注：本表的数据来源ICRP 74 出版物(1996)。

表 D.13 电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(3, 0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(3, \alpha)$

电子能量 MeV	$\bar{R}_e(3, \alpha)$									
	0°	15°	30°	45°	60°	67.5°	75°	82.5°	85°	89°
0.08	1.000	0.839	0.465	0.167	0.037	—	0.003	—	—	—

表D.13 电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(3,0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(3,\alpha)$ (续)

电子能量 MeV	$\bar{R}_e(3,\alpha)$									
	0°	15°	30°	45°	60°	67.5°	75°	82.5°	85°	89°
1.00	1.000	0.905	0.657	0.346	0.127	0.063	0.027	0.007	0.004	—
1.50	1.000	0.951	0.798	0.548	0.276	0.172	0.086	0.029	0.015	0.002
2.00	1.000	1.000	0.940	0.746	0.425	0.267	0.138	0.047	0.026	0.003
4.00	1.000	1.036	1.134	1.272	1.039	0.741	0.412	0.142	0.078	0.007
7.00	1.000	1.009	1.052	1.177	1.399	1.215	0.762	0.274	—	—
10.00	1.000	1.005	1.025	1.092	1.347	1.419	1.048	0.402	0.215	0.019

注：本表的数据来源ICRP 74 出版物(1996)。

表D.14 电子辐射场中不同入射角度对定向剂量当量 $H'(10,0^\circ)$ 的修正系数 $\bar{R}_e(10,\alpha)$

电子能量 MeV	$\bar{R}_e(10,\alpha)$								
	0°	15°	30°	45°	60°	67.5°	75°	82.5°	85°
2.00	1.000	0.720	0.308	0.088	0.029	—	0.010	—	—
3.00	1.000	0.898	0.636	0.334	0.115	0.056	0.022	0.005	0.003
5.00	1.000	1.011	1.939	0.718	0.363	0.212	0.101	0.031	0.016
7.00	1.000	1.023	1.113	1.041	0.664	0.407	0.202	0.064	0.034
10.00	1.000	1.017	1.083	1.211	1.008	0.694	0.360	0.114	0.060

注：本表的数据来源ICRP 74 出版物(1996)。

表D.15 电子注量到定向剂量当量的转换系数 $c_{\Phi_{pd,e}}$

电子能量 MeV	$c_{\Phi_{pd,e}}$ nSv · cm ²		
	$c_{\Phi_{p0.07,e}}$	$c_{\Phi_{p3,e}}$	$c_{\Phi_{p10,e}}$
0.07	0.221	—	—
0.08	1.056	—	—
0.09	1.527	—	—
0.10	1.661	—	—
0.1125	1.627	—	—
0.125	1.513	—	—
0.15	1.229	—	—
0.20	0.834	—	—
0.30	0.542	—	—
0.40	0.455	—	—
0.50	0.403	—	—
0.60	0.366	—	—
0.70	0.344	0.000	—
0.80	0.329	0.045	—
1.00	0.312	0.301	—

表D.15 电子注量到定向剂量当量的转换系数 $c_{\Phi_{pd,e}}$ (续)

电子能量 MeV	$c_{\Phi_{pd,e}}$ nSv • cm ²		
	$c_{\Phi_{p0.07,e}}$	$c_{\Phi_{p3,e}}$	$c_{\Phi_{p10,e}}$
1.25	0.296	0.486	—
1.50	0.287	0.524	—
1.75	0.282	0.512	0.000
2.00	0.279	0.481	0.005
2.50	0.278	0.417	0.156
3.00	0.276	0.373	0.336
3.50	0.274	0.351	0.421
4.00	0.272	0.334	0.447
5.00	0.271	0.317	0.430
6.00	0.271	0.309	0.389
7.00	0.271	0.306	0.360
8.00	0.271	0.305	0.341
10.00	0.275	0.303	0.330
注：本表的数据来源ICRP 74 出版物(1996)。			

参 考 文 献

- [1] ISO 8529-3: 2023 Neutron reference radiation fields – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of their response as a function of neutron energy and angle of incidence
- [2] ISO 14152:2001 Neutron radiation protection shielding — Design principles and considerations for the choice of appropriate materials
- [3] ISO 15382 Radiological protection — Procedures for monitoring the dose to the lens of the eye, the skin and the extremities
- [4] IAEA TECDOC No. 1731, IAEA Implications for Occupational Radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eye, 2013
- [5] ICRU, Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources. ICRU Report 39, 1985
- [6] ICRU, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry. ICRU Report 51, 1993
- [7] ICRU, Operational Quantities for External Radiation Exposure. ICRU Report 95, 2020
- [8] ICRP, Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation, ICRP Publication 74, 1996
- [9] ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, 2007
- [10] ICRP, Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations. ICRP Publication 107, 2008
- [11] ICRP, Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures. ICRP Publication 116, 2010
- [12] 苏旭, 张良安. 实用辐射防护与剂量学[M]. 北京: 中国原子能出版社, 2014.
-