

中华人民共和国国家标准

γ 远距治疗室设计的放射防护要求

GB/T 16136—1995

Radiological protection requirement
for design of γ-ray teletherapy rooms

1 主题内容与适用范围

本标准规定了 γ 远距治疗室(简称治疗室,下同)的总体布局和设计中的防护要求。
本标准适用于新建、改建、扩建治疗室的防护设计、设计审查和竣工验收。

2 引用标准

GB 4792 放射卫生防护基本标准

GB W3 医用远距离治疗 γ 线卫生防护规定

3 术语

3.1 居留因子 occupancy factor(T)

表示某区域人员居留的程度。工作负荷乘以此因子,以对某区域当源处于工作位置时作为居留程度的修正。

3.2 利用因子 use factor(U)

即有用线束的方向因子,是指有用线束射向某特定墙壁的时间比分。

3.3 工作负荷 workload

指 γ 源的使用程度。

3.3.1 有用线束的工作负荷(W)

指距 γ 源 1 m 处有用线束 1 周的空气吸收剂量。

3.3.2 泄漏辐射的周工作负荷(W_L)

指距 γ 源 1 m 处泄漏辐射 1 周的空气吸收剂量。

4 总体布局

4.1 治疗室可单独建造,也可以建在建筑物底层的一端。

4.2 治疗室及其辅助设施,如操纵室、检查室、候诊室等应同时设计,并根据安全、卫生、方便的原则合理布置。

4.3 治疗室应采用迷路形式与操纵室相通。

4.4 治疗室应有足够的使用面积,一般不应小于 30 m²。

4.5 布置治疗机时,有用线束不应朝向迷路。

4.6 治疗室应有良好的通风,一般为每小时换气 3~4 次。

5 屏蔽防护设计的基本要求

5.1 屏蔽厚度的确定

5.1.1 用式(1)计算有用线束的透射量,以确定其屏蔽厚度。

$$B = Pd^2/WUT \dots\dots\dots(1)$$

- 式中: B ——透射量,相应于 B 值的屏蔽厚度可由图 1、2 中的透射曲线读出;
 d —— γ 源到考查点的距离,m;
 W ——有用线束的工作负荷, $Gy \cdot m^2/W$;
 U ——利用因子,由表 2 中读出;
 T ——居留因子,由表 3 中读出;
 P ——以每周的剂量当量(或集体剂量当量)表示的剂量限值, Sv/W (见表 1)。

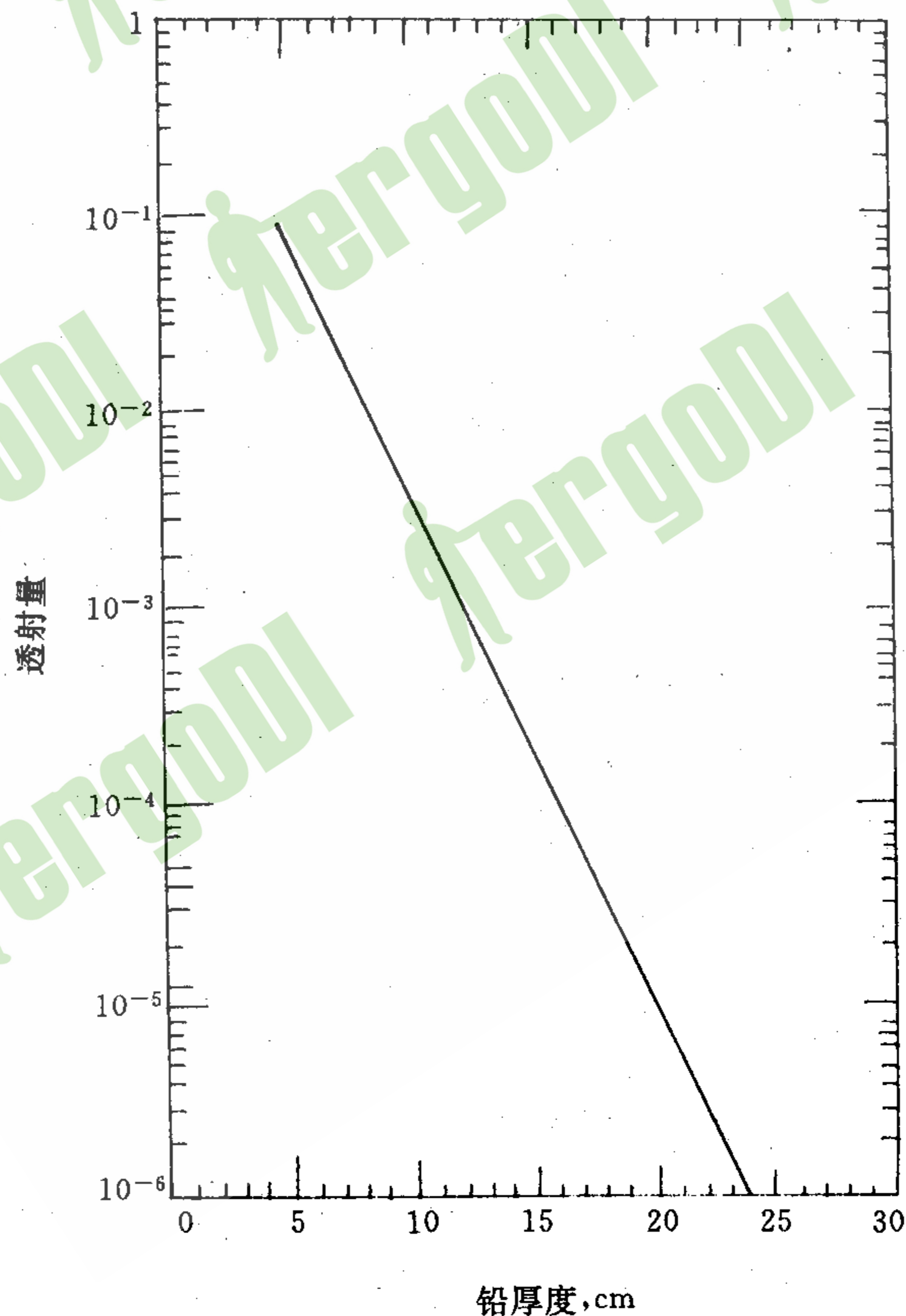


图 1 钴-60 宽束 γ 线穿过密度为 11.35 g/cm^3 的铅时的透射曲线

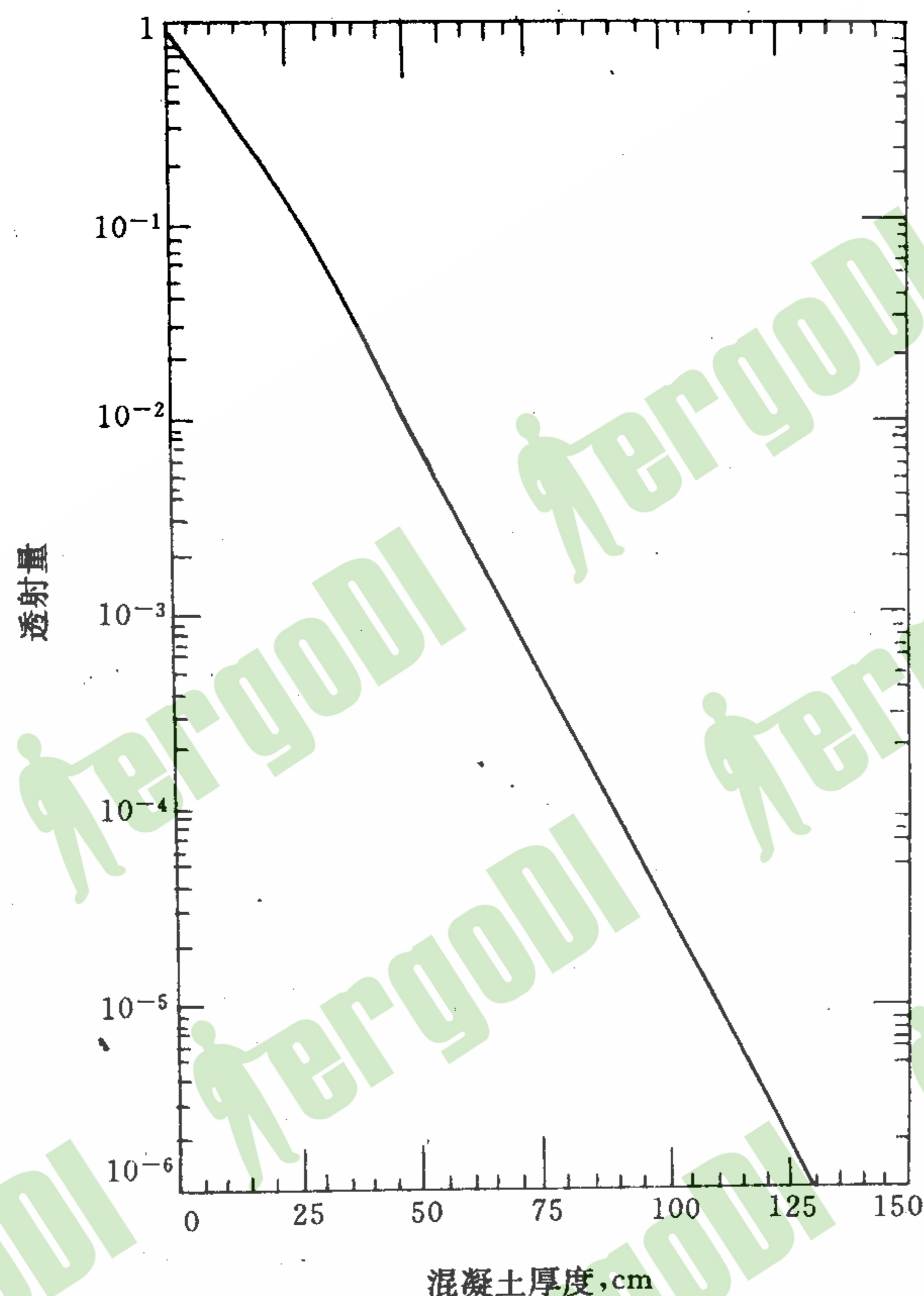


图 2 钴-60 宽束 γ 线穿过密度为 2.35 g/cm^3 的混凝土时的透射曲线

表 1 剂量限值 P

mSv(rem)/week

放射工作人员	1 (0.1)
公众中的个人	0.1(0.01)
公众中的个人长期受照	0.02(0.002)

表 2 利用因子 U

有用线束固定照射方向	$U=1$
旋转式治疗机:	
有用线束朝向墙壁	$U=1/4$
顶 棚	$U=1/16$

表 3 居留因子 T

全居留 $T=1$	工作室、办公室、候诊室、居住区等常有人居留的地方。
部分居留 $T=1/4$	公共走廊、人操纵的电梯、无人看管的停车场等有时有人居留的地方。
偶然居然 $T=1/16$	公共浴室、厕所、少量行人车辆通过的地方

5.1.2 用式(2)计算散射线的透射量,以确定其屏蔽厚度 B_s 。

$$B_s = 100Pd_s^2/WTS \dots\dots\dots(2)$$

- 式中: B_s ——散射透射量,相应于 B_s 值的屏蔽厚度可由图 3、图 4 的透射曲线读出;
- d_s ——从散射辐射体到考查点的距离,m;
- S ——入射辐射被散射到 1 m 处的百分吸收剂量率,其值可由表 4 读出;
- W 的含义同式(1),若 γ 源到散射体之间的距离不是 1 m,应按照平方反比律加以修正;
- P 、 T 含义同式(1)。

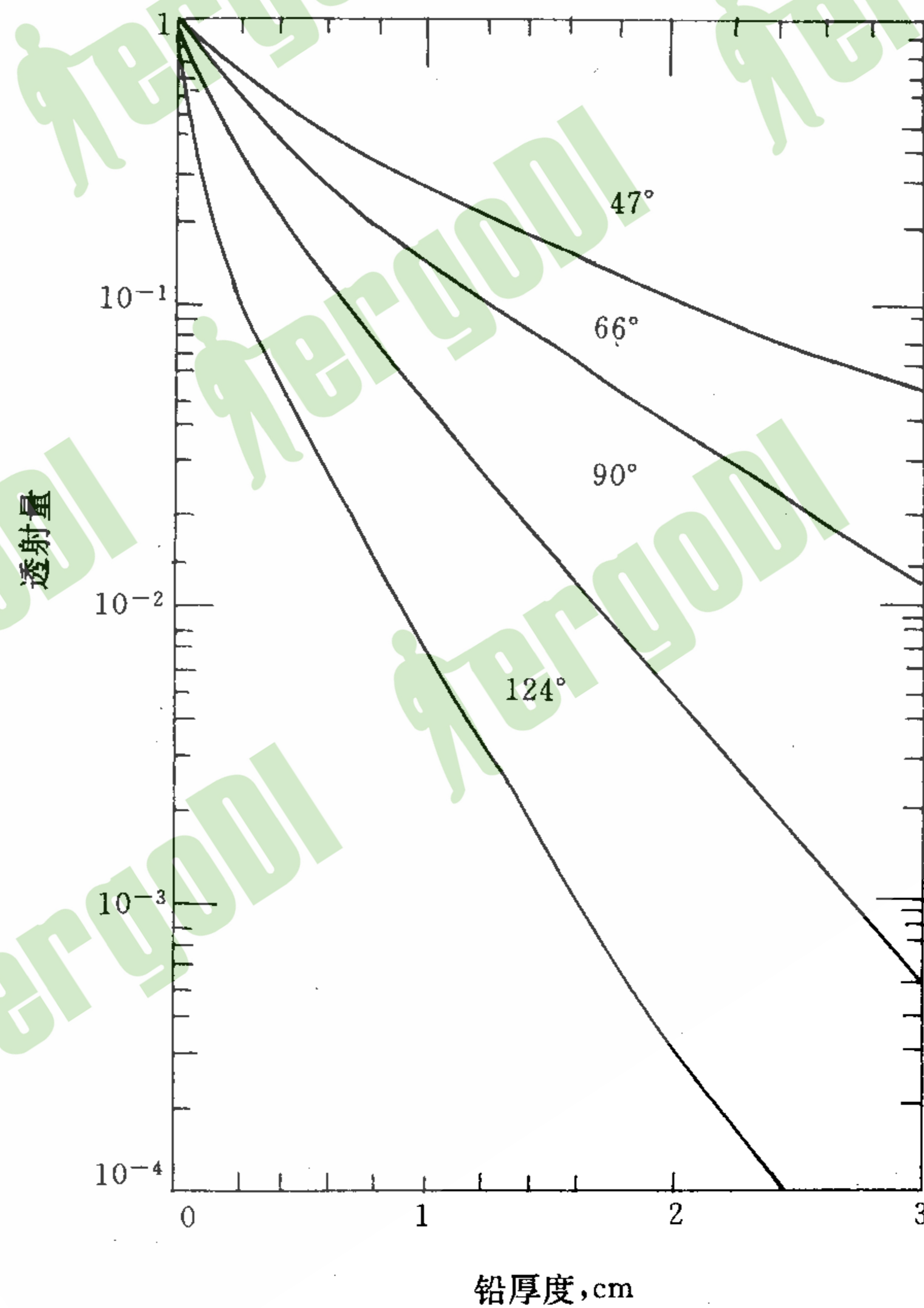


图 3 从患者体模上以不同角度散射的钴-60 宽束 γ 线穿过密度为 11.35 g/cm^3 的铅时的透射曲线

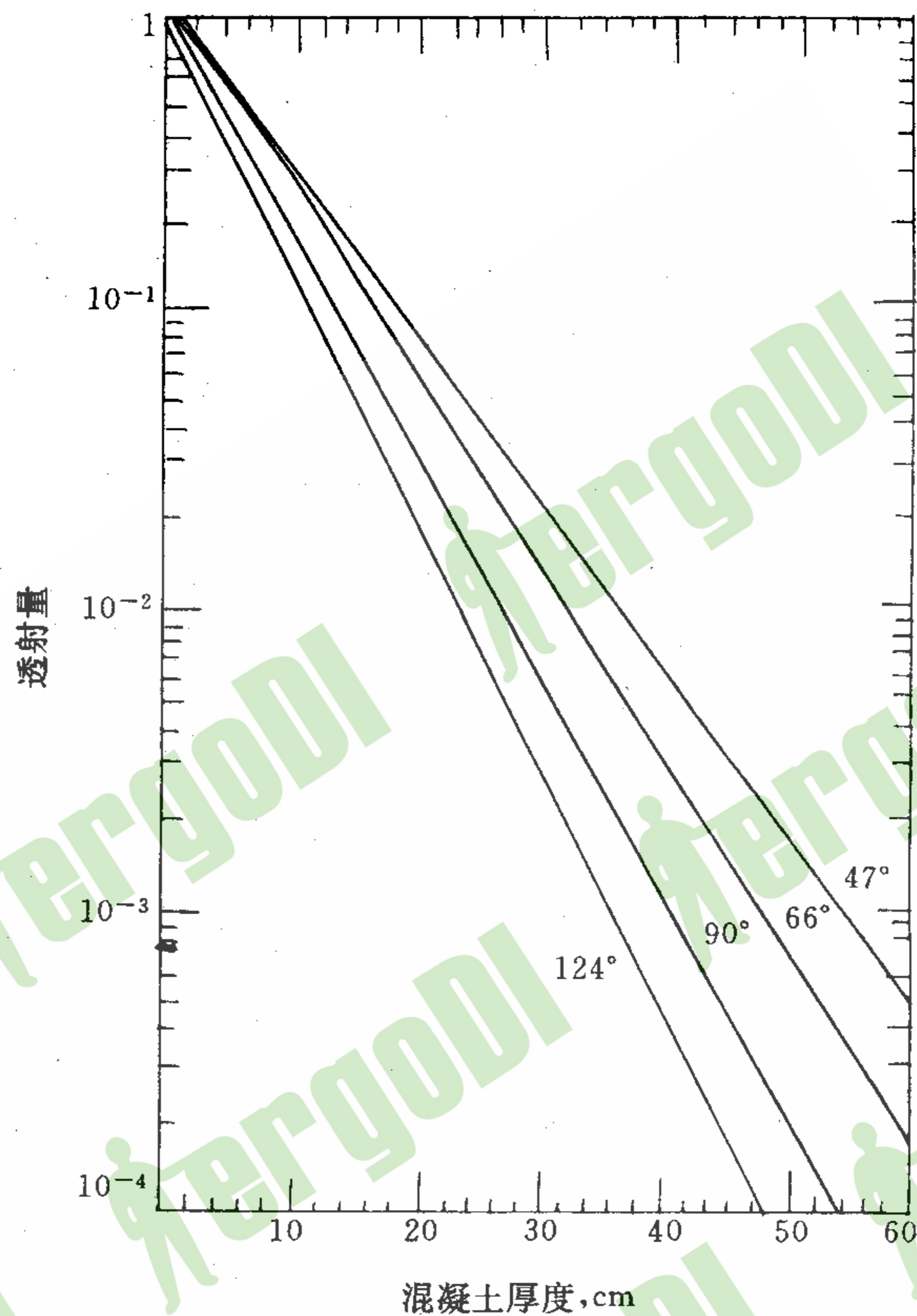


图4 从患者体模上以不同角度散射的钴-60宽束γ线穿过密度为2.35 g/cm³的混凝土时的透射曲线

表4 钴-60γ射线被400 cm²的等效体模散射至1 m处的吸收剂量率的百分数

测量条件	15	30	45	60	90	120	135	150
条件一	—	—	0.18	0.14	0.07	0.05	0.04	—
条件二	0.48	0.27	0.14	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02

注：① 条件一指椭圆形体模，长轴36 cm，短轴20 cm，照射野面积和散射角参考体模中心，线束沿长轴方向；
 ② 条件二指照射于球形体模，等效体模质量0.9~30 kg；
 ③ 当辐射源放在另一间房子里，准直器放在隔墙当中时，能大大消除来自墙的散射辐射。

5.1.3 用式(3)计算泄漏辐射的 N_{TVT} 值，以确定其屏蔽厚度。

$$N_{TVT} = \log_{10} \frac{W_L T}{d^2 P} \dots\dots\dots (3)$$

式中： W_L ——距γ源1 m处泄漏辐射在空气中每周的比释动能率；

T 、 d 和 P 的含义同式(1)。

相应于计算出的 N_{TVT} 值乘以表5给出的数值即为该泄漏辐射的屏蔽厚度。

表5 钴-60宽束γ射线的近似半值厚度和十分之一值厚度

材料	半值厚度, cm	十分之一值厚度, cm
铅	1.2	4.0
混凝土	6.1	20.3

5.2 按最优化原则,以表 1 中的剂量限值 P 作为屏蔽厚度计算的起点,逐渐减小 P 值计算屏蔽厚度;根据各屏蔽厚度计算相应的屏蔽代价及其所增加的代价;再根据治疗室的使用寿命和预期最大的工作人员数,计算相应减少的集体剂量当量(人·希)及每单位集体剂量当量所用的代价。最后确定将该辐射减少到可以接受水平所需的屏蔽厚度。

5.3 在屏蔽防护设计中,应采用设备的最大工作负荷和工作人员数。

5.4 应根据治疗室周围的自然条件、人员活动和分布情况等选择居留因子与利用因子的最大可能值。

5.5 在计算有用线束所需的屏蔽厚度时,不应把可能吸收一部分射线的可移动物体(如模拟体和患者)考虑在内。

5.6 在计算散射和泄漏辐射所需的屏蔽厚度时,应采用产生最大散射和泄漏辐射的预期使用条件。

5.7 当计算给出的散射与泄漏辐射的屏蔽厚度相差一个 1/10 值厚度或更大时,应采用其中较厚的一种屏蔽;若相差不到一个 1/10 值厚度,则应当采用其中较厚的屏蔽并增强一个半值厚度。

5.8 用混凝土做屏蔽材料时,应保证材料充分均匀,屏蔽层不得留有空腔或缝隙。混凝土的密度如果不是 2.35 g/cm^3 时,应采用式(4)校正:

$$\text{实际所需混凝土厚度} = \frac{2.35 \times \text{查图表所需厚度}}{\text{所用混凝土的实际密度}} \dots\dots\dots(4)$$

5.9 治疗室防护墙开孔和穿线管的部位,应尽可能远离放射源和工作人员的位置;防护墙内的中空管道必须拐弯进行。

5.10 安装设备时,必须确保接头、钉子、螺栓或安装管道、线管的屏蔽不受影响。若穿墙管道造成屏蔽性能减弱,应增加屏蔽补偿。

6 迷路、防护门和顶棚

6.1 迷路和防护门的高度与宽度,应以方便治疗机和病人担架推车进出为宜。

6.2 当迷路内墙(靠治疗机)与外墙共同防护迷路外某区域的安全时,可作为一个整体来计算其屏蔽厚度,再由内、外墙均分,适当使内墙稍厚些。若内、外墙分别防护某区域安全时,则应分别计算屏蔽厚度。

6.3 防护门应设有放射源控制系统与防护门的联锁装置,确保锁上门才能开机,开机后门不能启开,但从照射室内可开门。

6.4 防护门外应设声、光报警装置。

6.5 防护门应能有效屏蔽散射线,使门外的辐射水平满足相应的防护要求。

6.6 单层建筑的治疗室,其顶棚的屏蔽厚度应根据贯穿顶棚的射线通过空气散射对地面的影响,以及 γ 源 45° 角的射线对附近高出治疗室顶棚的建筑物或工作场所的影响进行设计。若治疗室建在建筑物的底层,其顶棚的屏蔽厚度应根据邻室的使用情况来计算。

6.7 治疗室不应开窗。若必须开窗,应在单层建筑的顶棚或非有用线束投照的墙壁高处开小窗,并核算其屏蔽补偿。

6.8 操纵室对治疗室应设有监视、对讲装置。