

关于放射治疗计量学

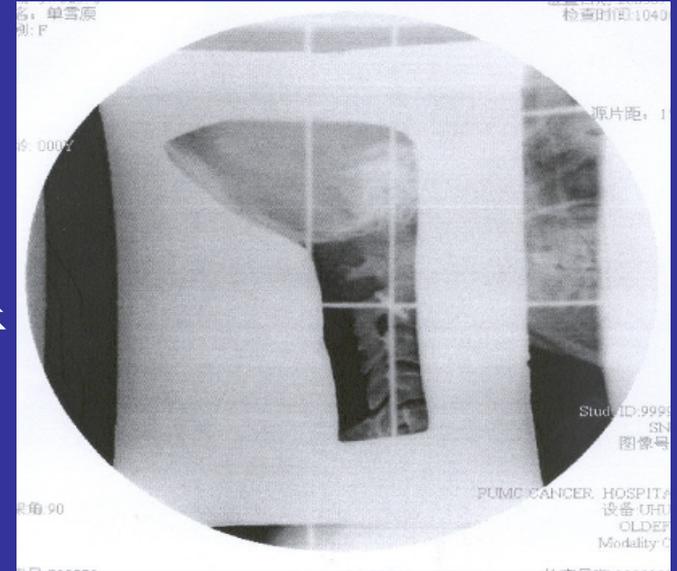
照射野剂量学

照射野及照射野剂量分布的描述

一、定义

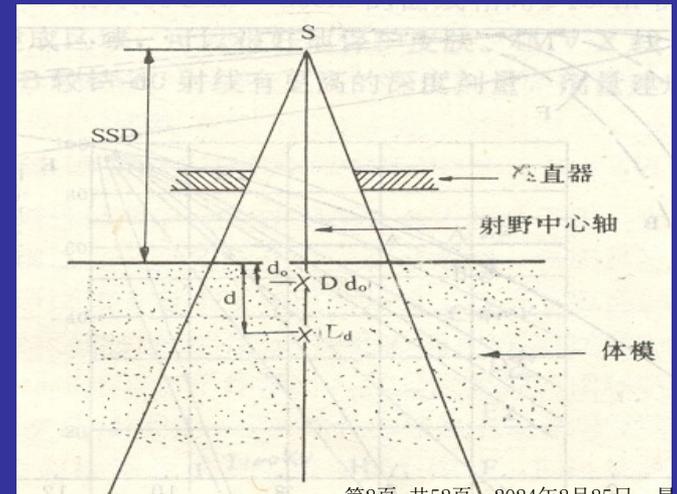
1. 照射野 (field)

由准直器确定射线束的边界，并垂直于射线束中心轴的射线束平面称为照射野。



2. 射线束中心轴 (beam axis)

定义为射线束的对称轴，并与由光阑所确定的射线束中心，准直器的转轴和放射源的中心同轴。

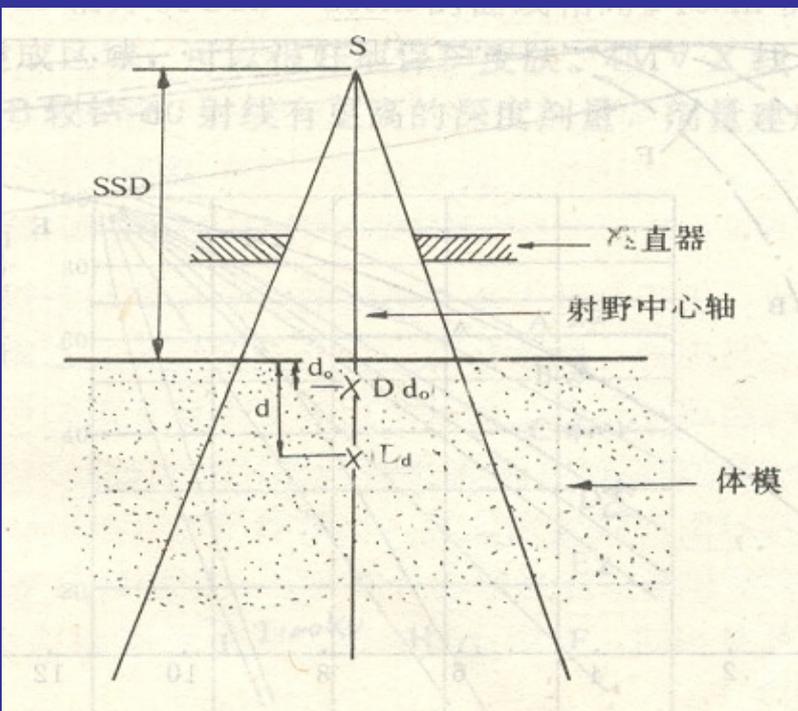


射线束 (beam)

从放射源出发沿着光子或电子等辐射粒子传输方向，其横截面的空间范围称为射线束。



WIMRT逆向适形调强放疗系统（俗称“调强光子刀”）由计算机工作站、计划系统软件、多叶光栅和定位装置等组成。WIMRT集普通放疗、适形放疗、头、体X-刀放疗（即“头、体X-刀”）、逆向调强放疗（即“调强光子刀”）、调强放疗精度验证等多功能为一体，为中国放疗界提供了一套具有最优性价比的放疗设备，让世界一流的现代放疗技术能在中国的广大医院中轻松实现。

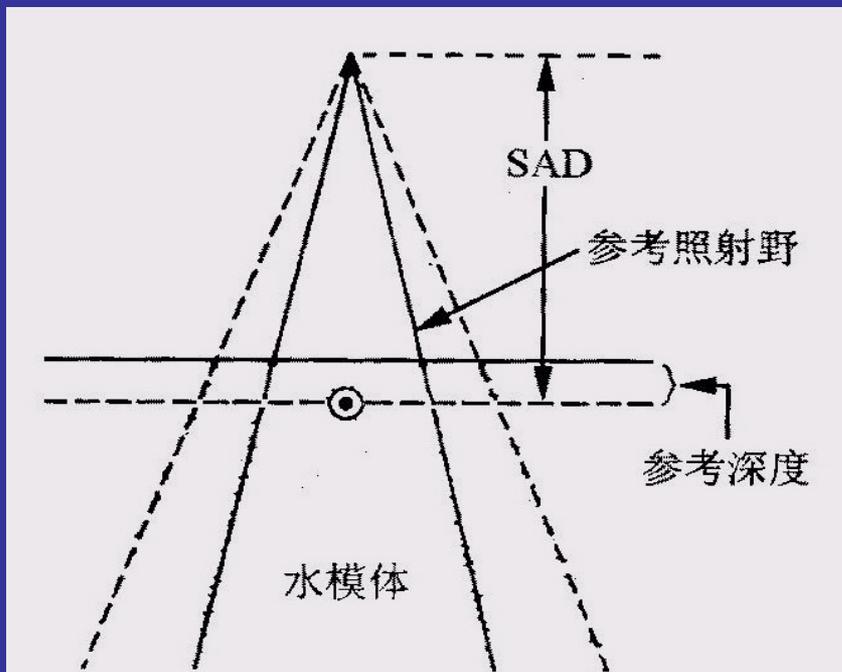


4、源皮距 (SSD)

由放射源前表面沿射线中心轴到受照射物体表面的距离。

5、源轴距 (SAD)

从放射源前表面沿射线束中心轴到等中心的距离。



6、参考点 (Reference point)

规定模体表面下照射野中心轴上某一点，为剂量计算或测量参考点，表面到参考点的深度D。对于势能低于400kV的X射线，该点为模体表面。高能X线 (γ) 射线定义为最大剂量点位置。

7、模体 (体模)

射线入射到人体时发生散射与吸收，能量与强度逐渐损失，剂量监测及验证研究过程中不可能在人体进行，常常使用模体 (体模或假人)。**假人**：是用一种组织等效材料做成的模型代替人的身体，简称体模 (假人)。



剂量学参数

1、平方反比定律 (ISL)

指放射源在空气中放射性强度（可表示为照射量率和吸收剂量率），随距离变化的基本规律。

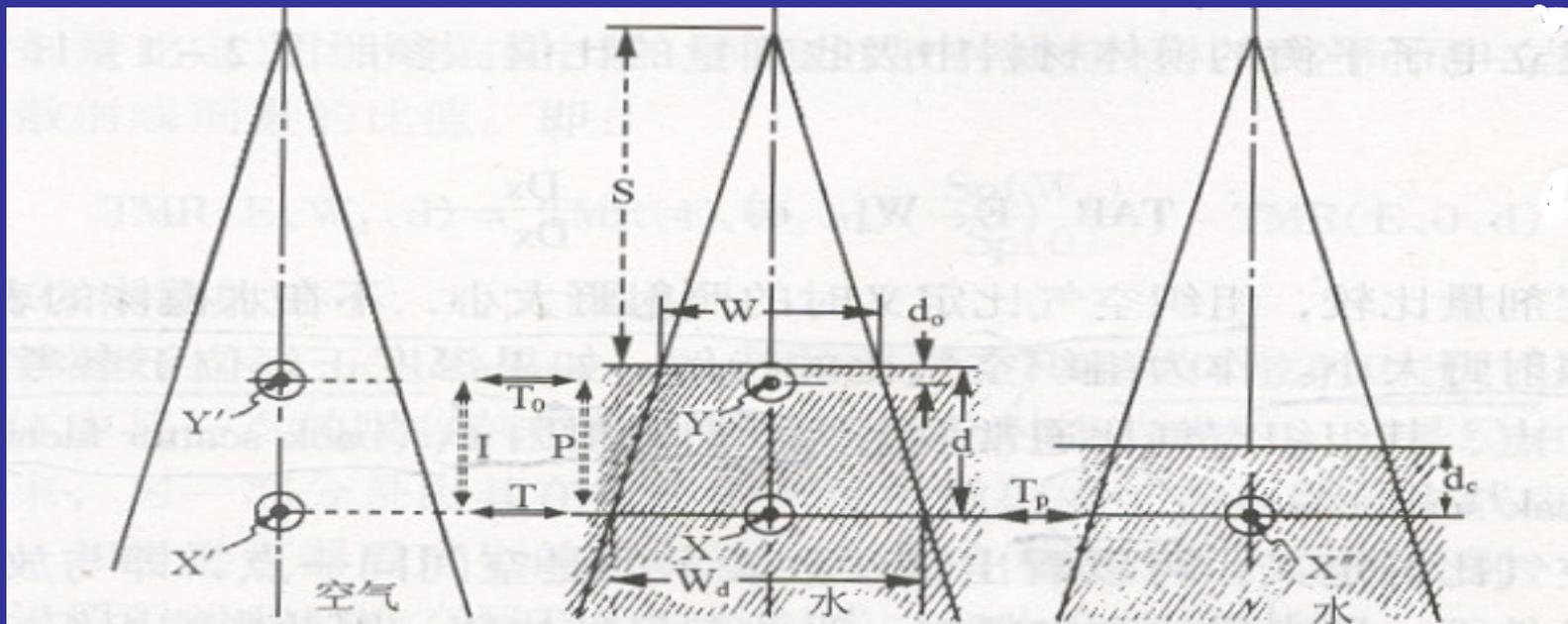


图 2-1-1 定义百分深度剂量 (P)、组织空气比 (T)、组织模体比 (T_p) 等参数的图示

注：图中 I 表示平方反比规律， T_0 表示最大剂量点处的组织空气比。

2、百分深度剂量（parentage depth dose PDD）

百分深度剂量是最常用的照射野剂量学参数之一，定义为水模体中，以百分数表示的射线中心轴，某一深度处的吸收剂量与参数深度的吸收剂量的比值

$$\text{PDD} (E, S, W, D) = D_x / D_y \times 100\%$$

其中： E： 射线束能量

S： 源到水模体表面距离

W： 水模体表面的照射野大小

D： 水模体中任意深度

影响百分深度剂量分布的因素：

射线能量

照射野

源皮距

深度。

对于不同类型的射线束，如目前应用的X、 γ 射线和高能电子束，其百分深度剂量及影响因素的特性不同，根据各个不同类型的机器，需具体测量和建立不同射线束的百分深度剂量数据。

组织模体比 (Tissue phantom ratio, TPR) 和 组织最大剂量比 (Tissue maximum ratio, TMR)

a、组织模体比：指对于高能量光子，不依赖于源皮距变化而改变的剂量学参数叫组织模体比。

定义为水模体中，射线束中心轴某一深度的吸收量与距放射源相同距离的同一位置，标准深度处吸收剂量的比值，

公式表示为： $TPR(E, Wd, d) = D_x / D_x''$

b、组织最大剂量比 TMR:

标准深度的选择依赖于光子射线的能量

组织模体比与组织最大剂量比都表示空间同一位置，水模体中某一深度的吸收剂量与其位于标准深度或参考深度的吸收剂量比值，因此影响这两个参数变化的因素为能量、照射野和深度。

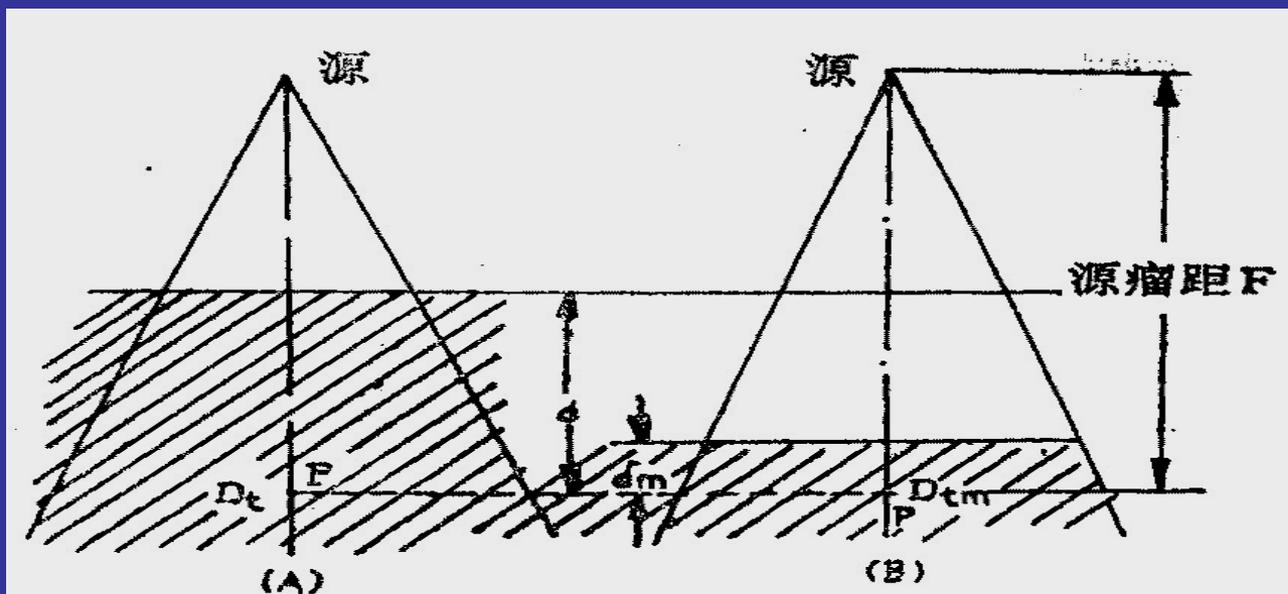


图2-2-9 组织最大剂量比的定义

PDD和TMR作处方剂量计算有何异同

常规放射治疗的处方剂量计算，最常用的剂量参数是百分深度剂量（PDD）和组织最大剂量比（TMR）。前者用于固定源皮距照射技术的剂量计算，而后者由于不依赖于源皮距而变化，主要用于等中心或旋转照射技术。

这两个剂量学参数既有联系又有完全不同的意义。

1、百分深度剂量描述的是空间不同位置的剂量两点之间的剂量比值；

2、除物理定义不同以外，在临床应用中，也有很大区别，PDD主要应用固定源皮距（SSD）照射技术。其照射野的大小则在摸体表面。

3、PDD通常选择标准源皮距条件下的最大剂量深度做剂量参考点。

4、剂量参考点的几何位置不同即距放射源的距离不同。

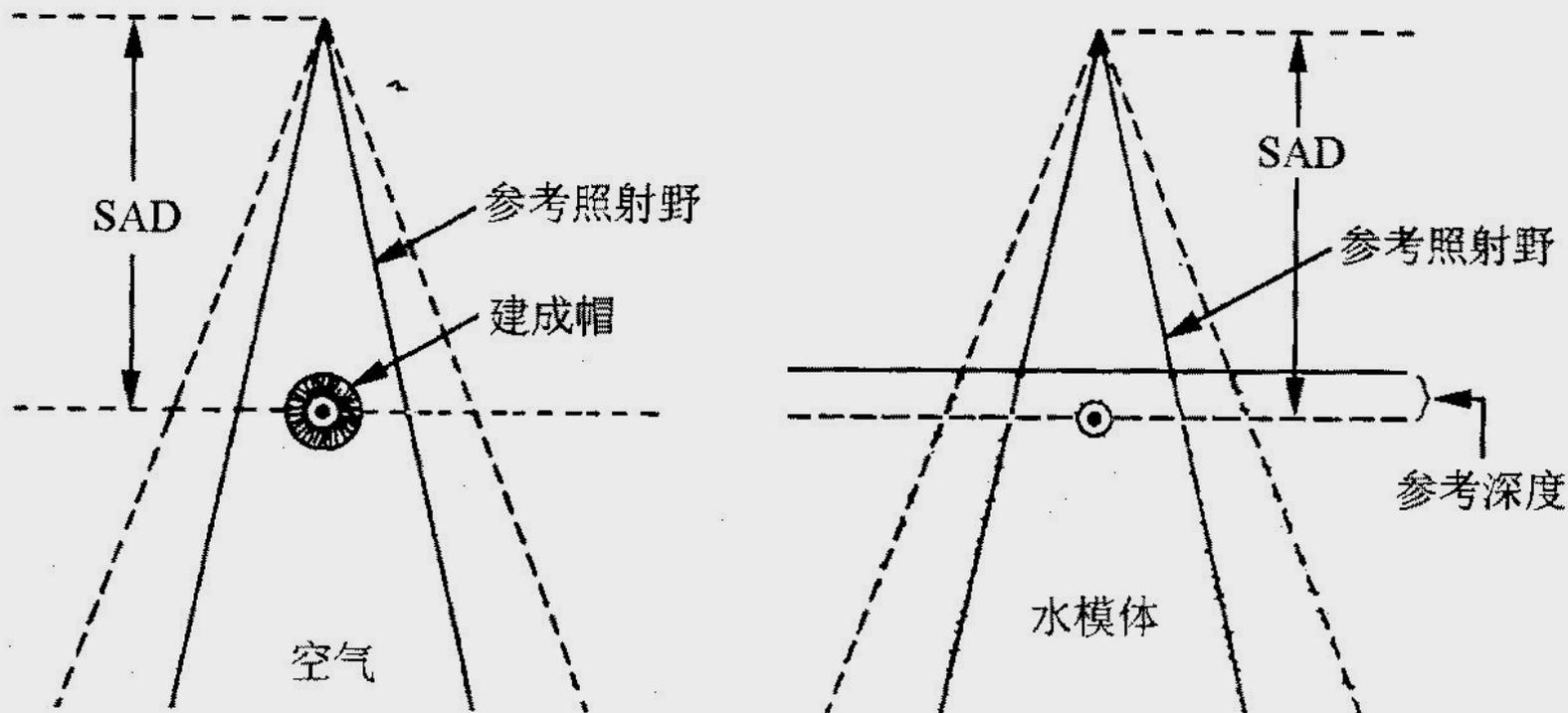
比较：

1、组织最大剂量比（TMR）：描述的是空间同一位置（即距辐射源的距离相同）但处于不同深度的剂量比值。

2、临床应用中TMR 主要用于等中心照射技术，照射野的大小则以等中心的位置确定。

3、TMR以等中心位置正处于最大剂量深度时作剂量参考点。

5、准直器散射因子 S_c (collimator scatter factor) 和 模体散射因子 S_p (phantom scatter factor) 统称为总散射因子。



概念：

模体中某一点吸收剂量，是由接受两部分射线造成的：

- ①经由治疗机准直器准直入射的**射线束**；
- ②另一部分是由模体中产生的**散射线**。

准直器散射因子也称**输出因子**（output factor），定义为空气中某一大小照射野的输出剂量与参考照射野（通常 $10\times 10\text{cm}$ ）的输出量之比。

(1)准直器散射因子反映的是有效源射线随照射野变化的特点。

有效原射线:指原射线和经准直器产生的散射射线之和。

(2)模体散射因子:

保持准直器开口不变，模体中最大剂量点处某一照射野的吸收剂量，与参考照射野（通常 $10\times 10\text{cm}$ ）吸收剂量之比。

X (γ) 射线照射野剂量分布的特点

一、X, (γ) 射线百分深度剂量特点

PDD受射线能量、模体深度、照射野大小和源皮距离的影响。

临床放疗中，最常用的是X、 γ 射线。

- 例如：
- 1、X射线治疗机产生的势能在400kV以下的中低能X线，用来做浅表肿瘤的治疗等。
 - 2、医用加速器产生的高能（MV级）X射线。
 - 3、 ^{60}Co 治疗机产生的 γ 射线。

一、X, (γ) 射线百分深度剂量特点

1、能量和深度的影响。

中低能X线：最大剂量点基本位于或接近模体表面，随着深度的增加，深度剂量逐渐减少。

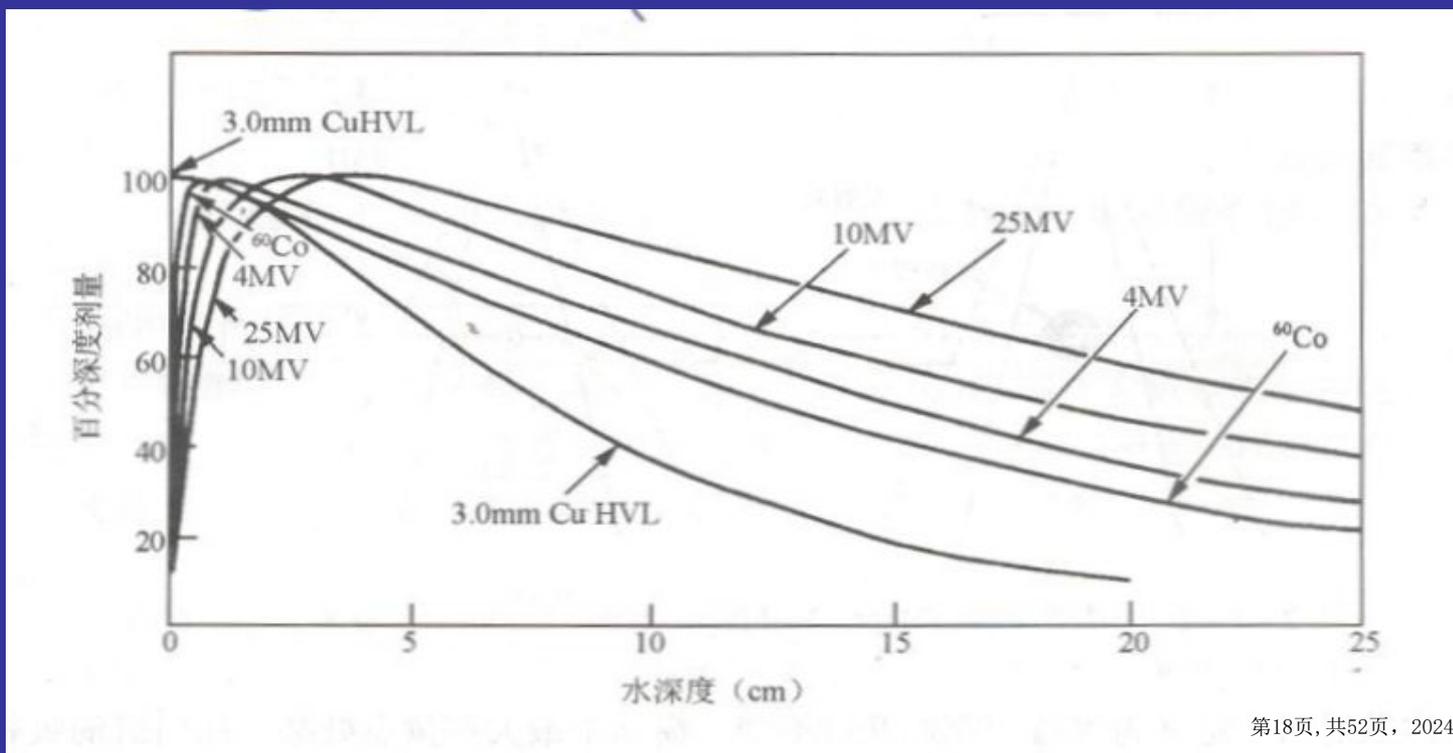
对于较深部位位于中线的肿瘤治疗，高能X、(γ) 射线的剂量建成效应，要优于中低能X射线。

表面剂量低可使皮肤、皮下组织得到保护。

剂量建成区：指从表面到最大剂量点深度称剂建成区。

高能 X (γ) 线:

表面剂量比较低，随着深度的增加，深度剂量逐渐增加，直至达到最大剂量点。过最大剂量点以后，深度剂量才逐渐下降，其下降速率依赖于射线能量，能量越高，下降的速率越慢，表现出较高的穿透能力。



2、照射野影响

当照射野很小时，散射线也很小，随照射野变大，散射线对吸收剂量的贡献增加，百分深度剂量会增加，但中低能X线的百分深度剂量，随照射野变化要比高能X射线显著。

不同形状照射野的百分深度剂量可进行转换。

等效方野：

在临床中常用的长方形或不规则形状的照射野的百分深度剂量，可以用一百分深度剂量与之相等的正方形照射野的数值表示，则称这一正方形照射野，是该长方形或不规则形状照射野的**等效方野**。

一个长方形照射野与一个正方形照射野是有相同的面积与周长比值，他们之间等效。

3、源皮距的影响

百分深度剂量变化的特点：

百分深度剂量 PDD 随源皮距离增加而增加，应用高能量X，（ γ ）线治疗较深部的病变，最小源皮距离一般为80cm。

注意：不能轻易改变、拉长源皮距，也就是说较长源皮距、较大深度、较大照射野会出现明显偏差。

二、等剂量曲线

射线在照射野内剂量分布：
用连线将剂量相同点连接，形成等剂量曲线。

等剂量曲线示意图

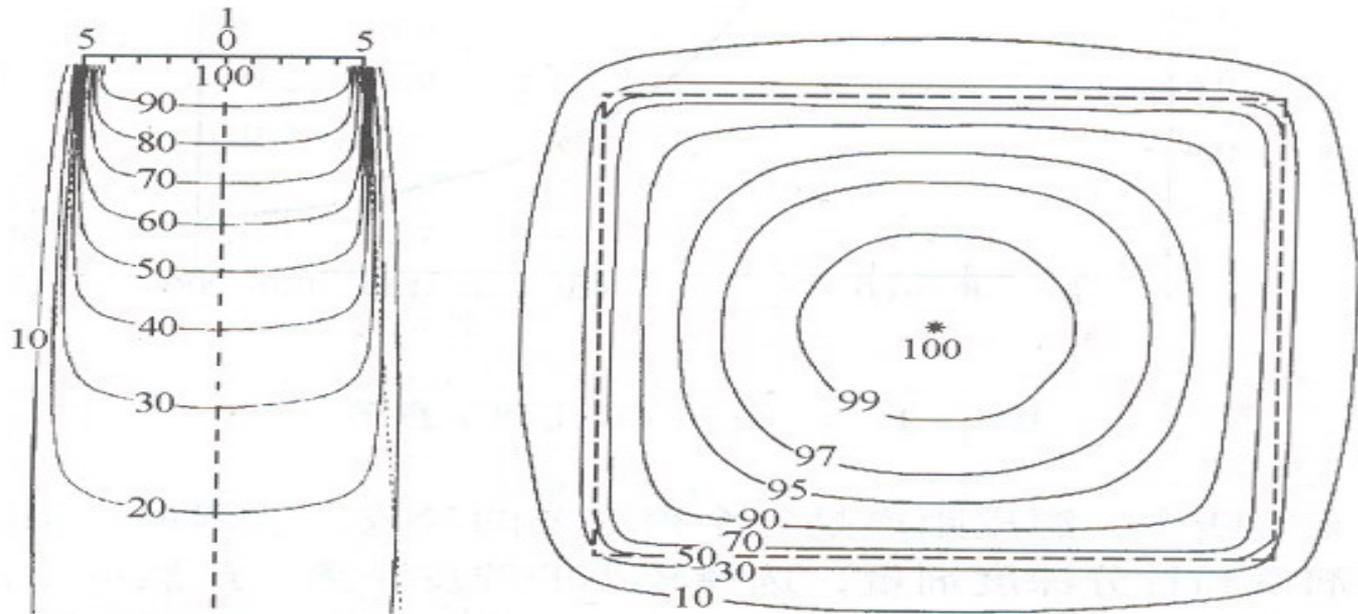


图 2-1-6 等剂量曲线示意图

1、照射野离轴比和半影

离轴比（OAR）：

垂直于射线中心轴平面的等剂量分布曲线图，沿照射野X或Y轴方向测量，可以得到照射野离轴剂量分布曲线。

意义：评价照射野的平坦度：标准源皮距条件或等中心条件下，模体中10cm深度处照射野80%宽度内，最大、最小剂量与中心轴剂量偏差值应好于 $\pm 3\%$ 。

对称性：与平坦度同样条件下，中心轴对称任一两点的剂量差，与中心轴剂量的比值应好于 $\pm 3\%$ 。

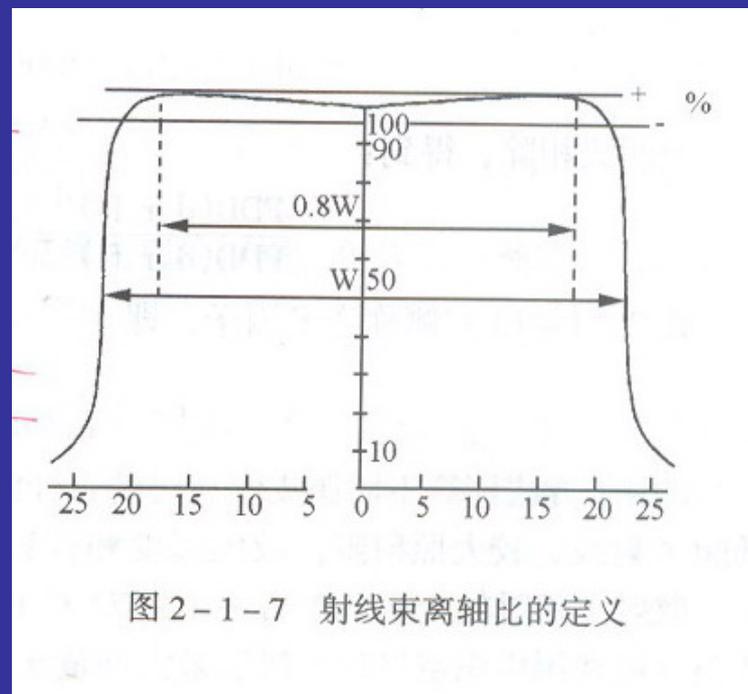


图 2-1-7 射线束离轴比的定义

与照射野内均匀的剂量相比，照射野边缘剂量变化剧烈，迅速跌落形成所谓的半影区（即80%与20%等剂量曲线之间的宽度）。

半影 几何半影：主要指 ^{60}Co ，是由放射源大小、源到准直器的距离和源皮距离形成的。

穿散半影：受准直器漏射线的影响形成的。

散射半影：是准直器和模体内散射线形成的。

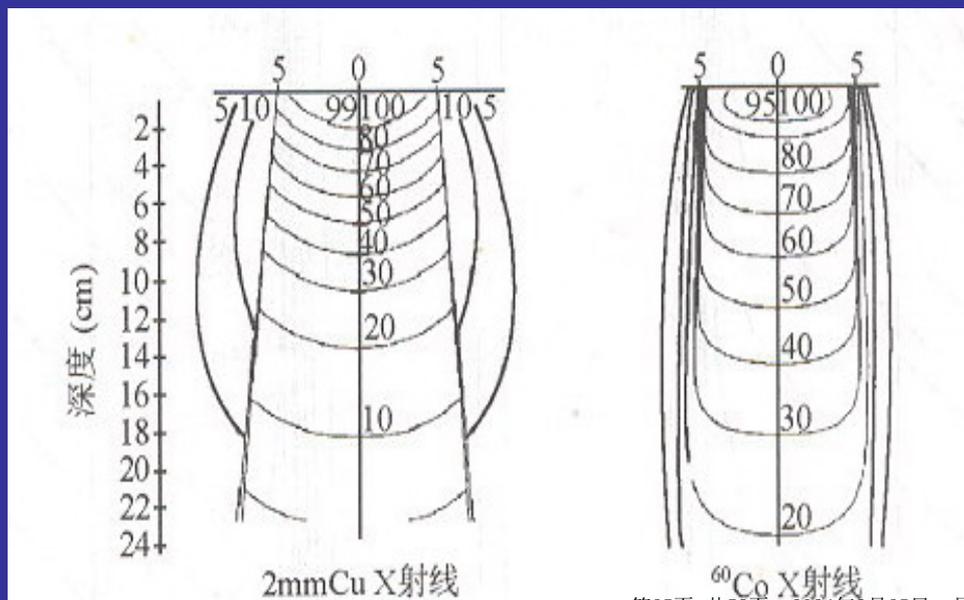
2、等剂量曲线

等剂量曲线受射线束的能量、放射源尺寸、准直器、照射野大小、源皮距离和源到准直器距离等诸多因素的影响。

低能射线束等剂量曲线较为弯曲，能量增加时曲线变得平直。等剂量曲线在边缘中断，形成断续分布；

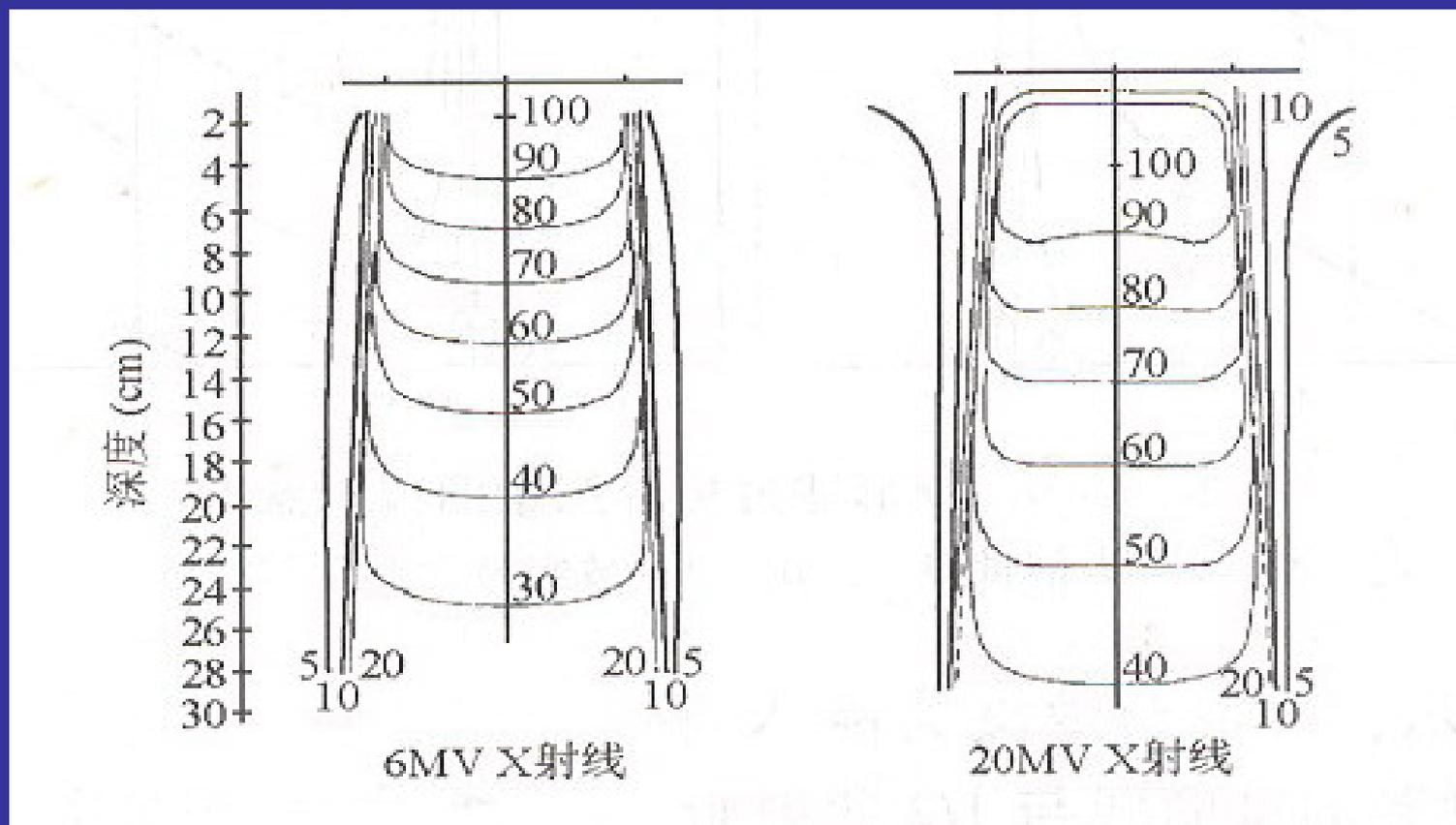
在照射野边缘，低能射线束旁向散射较大。等剂量曲线向外膨胀。

对于 ^{60}Co 射线，由于放射源有一定尺寸，一般小于 2mm，结合源到准直器距离、源皮距离的影响，使 ^{60}Co 半影区较大。



图中提示高能射线在模体内具有较强的穿透力。

高能射线穿透力比较强，准直器不能完全吸收，等剂量曲线基本连续分布。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/107045052151006100>