

IAEA TRS398与TRS277应用于 加速器输出量校准的比较

王军良 周振山

解放军第三〇七医院放疗科



目的

通过对IAEA TRS398号报告和TRS277号报告推荐方法在加速器输出量校准中的使用比较，分析两者之间的区别和联系，正确指导临床外照射治疗源的校准方法。



背景

- IAEA TRS277，1987年发布，推荐了一个使用电离室测量外照射治疗源水中剂量的规程。
- IAEA TRS277 第二版（修订），1997年出版，更新了光子的放射量测定（主要是kV级X射线）。
- IAEA TRS381，1997出版，介绍了高能光子和电子束校准中平行板电离室的使用。
- IAEA TRS398，2000出版，基于使用水中吸收剂量刻度电离室测量水中吸收剂量。



量值传递

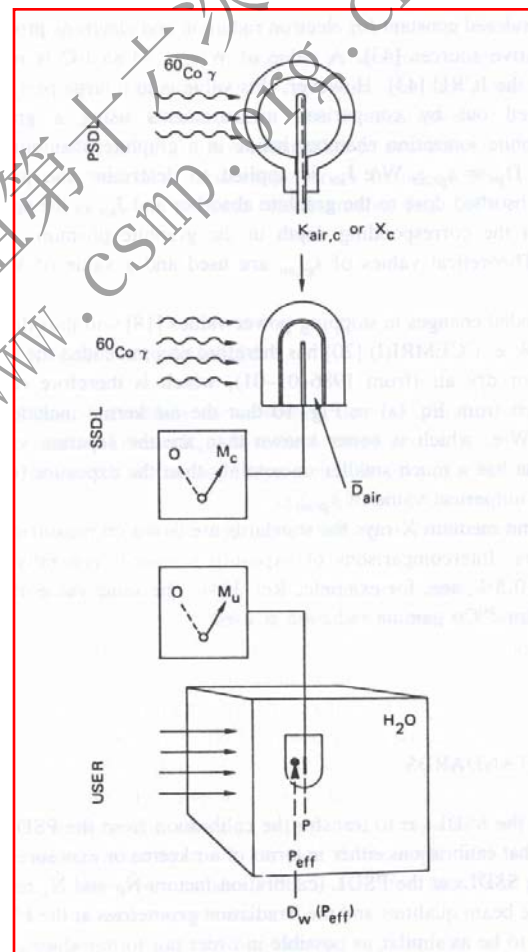
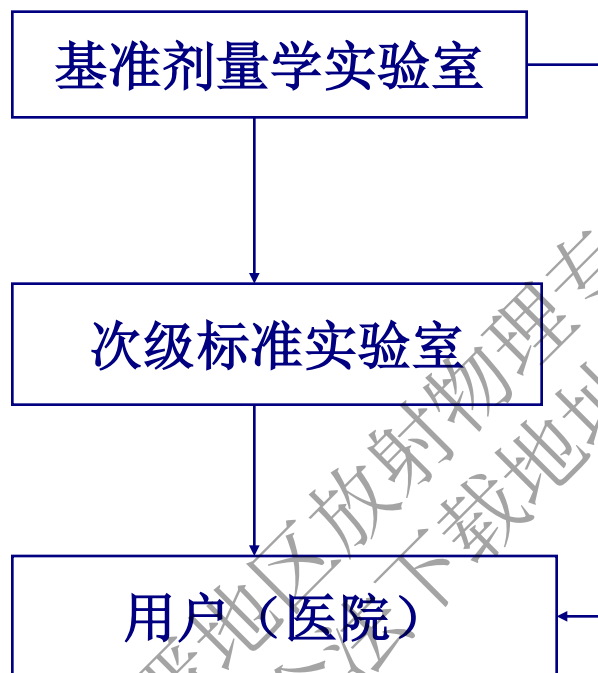
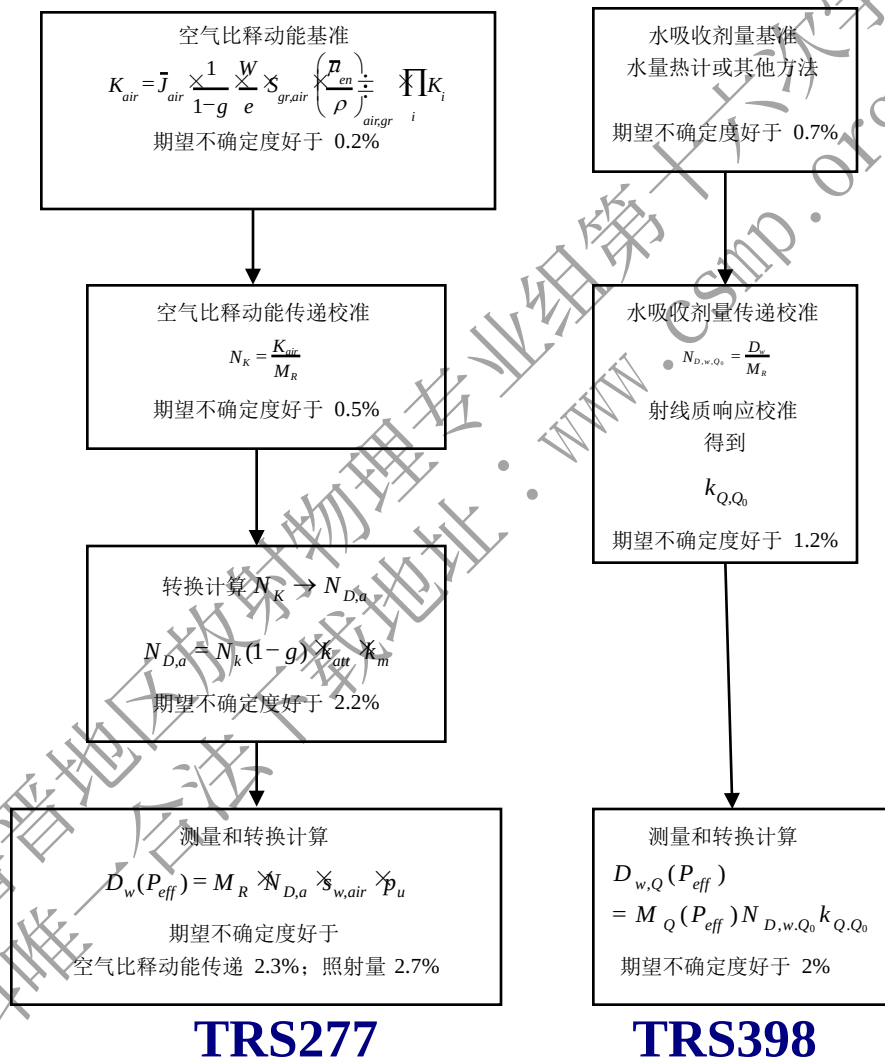


图1. 不同剂量学基准和传递方式和不确定度



仪器设备

剂量仪、电离室

●NE Farmer 2570A剂量仪 NE2571 电离室

●PTW UNIDOS E剂量仪 PTW30013 电离室

表1 电离室参数

型号	名称	测量体积	壁材料	中心电极	内半径	壁材料密度
PTW 30013	Farmer	0.6cm ³	0.335mm PMMA +0.15mm C	Φ1.1 mm Al	3.05 mm	57mg/cm ²
NE 2571	Farmer	0.6cm ³	graphite	Al	3.2 mm	65mg/cm ²



射线质确定

- $\text{TPR}_{20/10} = 0.69$ (6MV X射线); $\text{TPR}_{20/10} = 0.77$ (10MV X射线)
- $D_{20/10}$

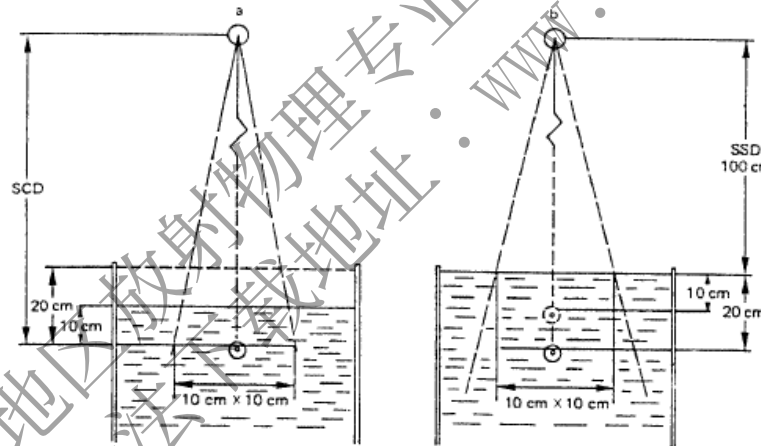


FIG. 8. The two experimental set-ups to determine the quality of photon beams. (a) The source-chamber distance (SCD) is kept constant and depth is changed by varying the amount of phantom material over the detector. TPR_{10}^{20} is measured (see text). (b) The source-surface distance (SSD) is kept constant and the detector is moved to different depths. D_{20}/D_{10} is measured.

仪器设备

- 水箱 (30cm×30cm×30cm)
- 加速器 (Varian 23EX)
两档6MV、15MV X射线



计算公式比较

1 TRS 277报告计算公式:

$$N_k = N_x \cdot 2.58 \cdot 10^{-4} \cdot (w/e) \cdot K_{att} \cdot K_m$$

$$N_D = N_k (1-g) \cdot K_{att} \cdot K_m$$

$$D_w = M_u \cdot N_D \cdot S_{w, air} \cdot P_u \cdot P_{cel}$$

表2 TRS 277报告计算

		N _x	单位转换	k _{att} k _m	N _D	S _{w,air}	p _u	修正系数	标准值
6MV	Farmer	1.006	0.000258	0.984	0.008676	1.118	0.9945	0.00964	0.863
	UNIDOS E	1.000	0.000258	0.972	0.008519	1.118	1.002	0.00954	0.863
15MV	Farmer	1.006	0.000258	0.984	0.008676	1.099	0.9965	0.00950	0.773
	UNIDOS E	1.000	0.000258	0.972	0.008519	1.099	1.003	0.00939	0.773

2 TRS 398报告计算公式:

$$D_{w,Q} = M_Q \cdot N_{D,w,Q0} \cdot K_{Q,Q0}$$

表3 TRS 398报告计算

		N _{D,w}	K _{Q,Q0}	标准值
6MV	UNIDOS E	5.349 × 10 ⁷ Gy/C	0.989	0.863
15MV	UNIDOS E	5.349 × 10 ⁷ Gy/C	0.975	0.773

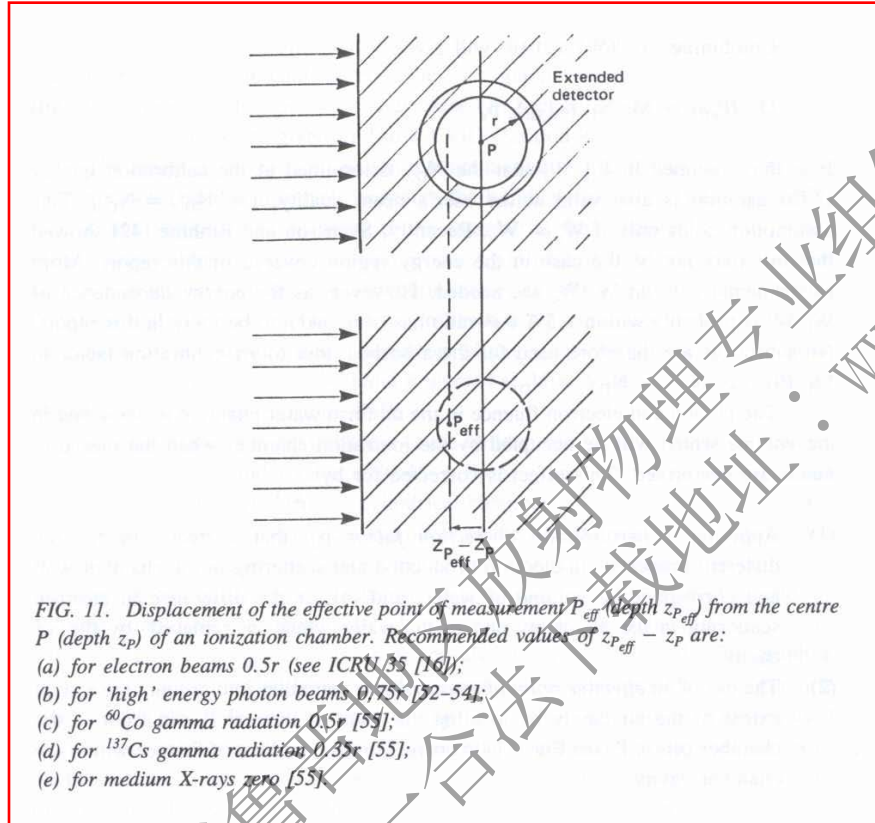


表4 TRS277与TRS398要求参考条件比较

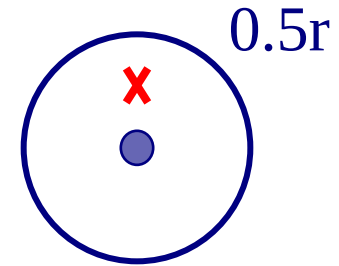
	TRS277	TRS398
模体材料	水	水
电离室型号	圆柱型	圆柱型
测量深度Zref	TPR _{20,10} ≤ 0.7, 5g/cm ² TPR _{20,10} > 0.7, 10 g/cm ²	TPR _{20,10} < 0.7, 10或5g/cm ² TPR _{20,10} ≥ 0.7, 10 g/cm ²
电离室参考点	参考厂家说明	参考厂家说明
电离室参考点放置位置	Z _{peff} -Z _p =0.75 (0.6) r	测量深度Zref
SSD/SCD	SSD=100cm	100cm
射野大小	10cm × 10cm	10cm × 10cm



有效测量位置比较



277号报告要求



398号报告要求



理论计算比较

UNIDOS E剂量仪通过 N_x 计算得到 $N_{D,w,Q0}$

$$N_{D,w,Q0} = N_x \cdot 2.58 \cdot 10^{-4} \cdot (w/e) \cdot K_{att} \cdot K_m \cdot S_{w,air}$$
$$= N_x \cdot 2.58 \cdot 10^{-4} \cdot 33.97 \cdot K_{att} \cdot K_m \cdot 1.133$$

查得：UNIDOS E剂量仪校正系数 $N=1.002$ ，仪器内部设置 $5.539 \times 10^9 R/C$

$$K_{att} \cdot K_m = 0.972,$$

$$N_{D,w,Q0} = 5.356 \times 10^7 Gy/C \quad (\text{由277推导得到})$$

检定证书：

$$N_{D,w,Q0(实)} = 5.349 \times 10^7 Gy/C \quad (\text{由398测量得到})$$

$$\text{偏差} = (N_{D,w,Q0} - N_{D,w,Q0(实)}) / N_{D,w,Q0}$$
$$= 0.13\%$$



结 果

表5 TRS277与TRS398规程的测量结果

剂量仪/电离室	测量方法	6MV (水下5cm)	15MV (水下10cm)
UNIDOS E/PTW30013	TRS277 (A)	86.36	77.71
Farmer 2570A/NE 2571	TRS277 (C)	86.4	77.3
UNIDOS E/PTW30013	TRS398 (B)	86.74	77.80
相对偏差	(A-B) / A	0.44%	0.11%
	(C-B) / C	-0.39 %	0.65 %
	(C-A) / C	0.05 %	-0.53 %

对于UNIDOS剂量仪TRS277与TRS398两种规程6MV测量结果相差0.44%，15MV测量结果相差0.11%。6MV_x线按照TRS277报告UNIDOS和Farmer 测量结果基本相同；15MV_x线有0.53%的偏差。



结 论

1. 采用TRS277号报告与TRS398号报告测量的结果基本相同，偏差小于1%，结合修正因子的不确定度，认为测量结果是一致的，采用两种规程得到测量结果均是正确的。
2. 398号报告校正因子计算公式比277号报告简单，更加接近用户现场测量实际情况。
3. TRS 398号报告得到的校准因子不确定度小于TRS277号报告。
4. TRS 398号报告给出的校准因子针对每个电离室，更加具有个体化。



398报告应用条件

- ① 提供用户电离室的参考射线质（通常为 ^{60}Co ）的校准因子 N_{d, w, Q_0} ，并提供用户电离室的 K_{Q, Q_0} （实测）。
- ② 提供用户电离室对不同射线质的校准因子 $N_{d, w, Q}$ 。
- ③ 提供用户电离室的参考射线质（通常为 ^{60}Co ）的校准因子 N_{d, w, Q_0} ，理论计算出 K_{Q, Q_0} 。
- ④ TRS277与TRS398之间有一定联系，虽然不建议使用已有的 N_k 来推导 $N_{d, w}$ ，但是在目前的过渡时期，也不失为一种办法。




 兔年
 2011 Happy New Year

拜年了！



賀新年
2011年辛卯年