

济宁市放疗设备性能和防护检测与评价

冯宪勋¹, 郭新强¹, 袁 明²

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)02-0132-01

【摘要】 目的 加强对济宁市放射治疗设备的管理, 保证放射治疗的质量和工作人员以及患者的安全。方法 根据有关国家标准, 对济宁市正在运行的 8 台放射治疗设备逐一进行性能检测, 对机房周围的辐射防护进行了监测, 对与防护有关的设施进行了现场核实。结果 8 台放射治疗设备的性能指标多数符合国家标准的要求, 有些指标不合格; 机房防护较好; 具备与防护有关的规章制度和设施。结论 济宁市的 8 台放射治疗设备性能能满足治疗工作的需要, 工作人员和患者的防护措施有效、安全。

【关键词】 放射治疗; 设备; 防护

随着肿瘤发病率的升高, 近年来放射治疗肿瘤工作迅速发展, 大约 70% 的癌症病人接受放疗^[1]。放射治疗除钴-60 治疗外, 更为先进的医用电子加速器以其射线能量范围广而得到广泛应用。医用电子加速器在恶性肿瘤的放射治疗中, 能提供电子和光子两种射线, 具有能量高、剂量率大、照射野小、档次多, 对人体照射后全身反应小等优点, 是现代医学放射治疗的先进设备。但一旦发生误入照射室或病人治疗剂量失控事故, 则可能导致致死性损害。为确保操作人员、被照者及周围公众的健康与安全, 就需要特别注意其放射防护监测和管理。为此, 我们对济宁市正在运行的 8 台放射治疗设备进行了测试。

1 概况

至 2004 年 7 月济宁市共有医用电子加速器 7 台, 医用 γ 射线远距离治疗机 1 台。其中进口设备 5 台, 国产设备 3 台。X 射线能量 10~18MV 的 3 台, 6~8MV 的 4 台。

2 测试仪器和评价依据

- 2.1 测试仪器 英国产 Farmer2670 剂量仪, GW-1 有机玻璃体模, 450P 剂量仪。
- 2.2 测试和评价依据 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 《医用电子加速器性能和实验方法》(15213-94), 《医用电子加速器卫生防护标准》(GBZ126-2002), 《医用 γ 射线远距离治疗设备放射卫生防护标准》(GB16315-1996)。

3 结果与讨论

3.1 加速器防护性能检测结果(表 1) 对医用电子加速器性能指标的检测, 仅对其 X 射线的常用能量档和在常用治疗条件下检测的。从表 1 可知, 所测加速器的绝大多数性能指标符合国家标准, 表明这些机器从设计生产到出厂使用, 防护性能是合格的。经过安装调试能达到最佳状态。个别机器未处于较佳状态, 可能与调试不当或长期不进行检测调试有关。加速器的剂量监测系统在整个治疗过程中至关重要, 如不能定期(如每周一次)进行剂量校准, 有用线束输出量偏差必然随时间增长而增大, 最终导致较差的治疗效果。这种偏差在测量过程中发现过, 但是进行了现场调整。加速器输出量的准确, 直接关系到靶区剂量的准确。因此, 日稳定性、周稳定性都要经常检测, 如发现偏差大, 应及时调试或更换有关部件。由表 1 可以看出, 此次检测的机器输出量是比较稳定的。照射野剂量的均整度、对称性、光野与射野的一致性以及等中心等指标对治疗效果影响很大。如果物理师或临床医生不能及时或定期地进

行检测调试, 必将造成照射野剂量的不均匀, 光野与射野一致性的偏差和中心指示误差, 更为严重的是照射的可能是正常组织而不是肿瘤组织, 给病人造成不可弥补的损失。表 1 显示有一台机器机架等中心偏差达到 4 mm, 大大超过国家标准, 这样治疗效果是很难保证的。

表 1 医用电子加速器性能检测结果

检测项目	测量值	台数(合格)
有用线束输出量重复性 $\leq 0.7\%$	0.02~0.07	7(6)
吸收剂量线性 $\leq 2.0\%$	0.03~0.71	7(7)
日稳定性 $\leq 2.0\%$	0.13~3.2	7(6)
输出能量偏差 $\leq 3.0\%$	0.4~2.9	7(7)
机架等中心偏差 $< 2\text{mm}$	0.5~4.0	7(6)
光野与射野边界偏差 $< 2\text{mm}$	0~7.0	7(5)
最大有用线束外的漏射线 $< 0.5\%$	0.02~0.25	7(7)
均整度 $\leq 106\%$	102~108.5	7(5)
对称性 $\leq 103\%$	101.4~106.9	7(5)

3.2 医用 γ 射线远距离治疗机检测结果(表 2) 由表 2 可见, 这台医用 γ 射线远距离治疗机的性能指标全部合格。一方面说明机器本身设计合理, 制造工艺严格; 另一方面也说明操作使用人员在维护保养方面花费了一定精力。对机器必须经常校准调试才能保持最佳工作状态, 从而保证治疗效果。

表 2 医用 γ 射线远距离治疗机性能检测结果

检测项目	测量值	台数(合格)
钴-60 放射性活度 $\geq 3.7 \times 10^{13}\text{Bq}$	2 800	1(1)
有用射线不对称性 $< 5\%$	2.95	1(1)
半影区宽度 $< 10\text{mm}$	8	1(1)
同中心偏差 $\leq 4\text{mm}$	2.6	1(1)
贮源状态, 距机头表面 5cm 漏射线 $\leq 200\text{Gy/h}$	25	1(1)

3.3 机房防护监测结果见(表 3) 机房防护设施测试是在机器允许最大辐射条件下进行的。主要对高能 X 射线测量, 对 10MV 以上 X 辐射要进行中子测量。表 3 显示机房防护绝大多数符合国家标准。有一处机房的防护门外剂量较大, 原因是防护门变形中间出现缝隙, 医院负责人当场表示尽快维修。

表 3 机房防护监测结果

监测位置	测量值(Gy/h)	台数(合格)
机房外围	0.13~0.15	8(8)
机房门	0.16~30	8(7)
操作位置	0.09~0.12	8(8)

由于加速器准直系统多采用钨合金材料, 通常条件下的感

作者单位: 1. 济宁市卫生防疫站, 山东 济宁 272145;
2. 山东省医学科学院放射所
作者简介: 冯宪勋(1958~), 男, 山东济宁人, 主管技师, 从事放射卫生管理工作。

某企业 4MeV 直线加速器探伤室职业病危害控制效果评价

张乙眉

中图分类号: R815.6 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)02-0133-01

【摘要】 目的 对某企业的一台直线加速器探伤室的防护性能进行辐射安全性评价, 并对探伤室的辐射安全设施进行检查。方法 依据国家相关的放射卫生防护标准与方法进行探伤室的安全性评价。结果 4MeV 直线加速器探伤室的屏蔽防护和安全设施符合国家相关标准的要求。结论 该探伤室运行时, 有关放射工作人员和周围公众是安全的。
[关键词] 直线加速器; 职业病危害; 效果评价

为了保障放射工作人员和公众的身体健康, 依据《中华人民共和国职业病防治法》和《放射性同位素与射线装置放射防护条例》等法律、法规, 对新建工业探伤加速器项目必须进行职业病危害控制效果评价。笔者通过某企业新建 4 MeV 直线加速器探伤室职业病危害效果评价实践, 探讨工业探伤加速器职业病危害效果评价模式。

1 项目概述

某企业为了适应市场的需求和企业自身发展的需要, 购进了一台北京机械工业自动化研究所生产的 DZ-4/500 型直线加速器。该加速器产生的 X 射线能量为 4 MeV, X 射线的最大剂量率为 500 cGy/min, 其靶材料为钨。设备总投资约 260 万人民币。该工程主要由 4 MeV 直线加速器探伤室、操作室和其他辅助用房组成。该直线加速器探伤室位于厂区内辅机容器车间东北侧, 距辅机容器车间约 24 m。4 MeV 直线加速器探伤室占地面积约 560m², 总建筑面积为 734 m², 其中加速器探伤室为 241m², 控制室为 40m²。探伤室现有工作人员 18 人, 其中具有大专以上学历的有 5 人。18 名放射工作人员中, 除 1 人为新参加工作外, 其余 17 人都具有放射工作人员证及探伤证。探伤工龄最短的 1 a, 最长的 22 a。

2 评价依据

《中华人民共和国职业病防治法》,《放射性同位素与射线装置放射防护条例》,《放射工作卫生防护管理办法》,《建设项目职业病危害评价规范》,《放射工作人员健康管理规定》,《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002,《粒子加速器辐射防护规定》GB5172-85,《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2002,《工作场所有害因素职业接触限值》GBZ2-2002 等。

3 评价目标

(1) 探伤室的屏蔽防护设施达到设计要求, 放射工作人员受到的年有效剂量不超过国家标准规定的限值。即由审管部门决定的连续 5 a 的年平均有效剂量 20 mSv, 任何一年中的有效剂量不超过 50 mSv, 眼晶体的年当量剂量 150 mSv, 四肢(手足)或皮肤的年当量剂量 500 mSv。
(2) 加速器所致周围公众成员的个人年有效剂量当量不超过国家标准规定的限值。即年有效剂量 1 mSv, 眼晶体的年当量剂量 15 mSv, 皮肤的年当量剂量 50 mSv。

作者单位: 江苏省疾病预防控制中心, 江苏 南京 210009
作者简介: 张乙眉(1963~), 女, 四川峨眉山人, 副主任医师, 主要从事放射防护检测与职业病危害评价工作。

(3) 工作场所内有害气体浓度不超过国家标准规定的限值。即臭氧 0.3 mg/m³, 二氧化氮时间加权平均允许浓度 5 mg/m³。
(4) 探伤室的防护、辐射安全设施符合 GB5172-85《粒子加速器辐射防护规定》及 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。
(5) 有完整的个人剂量监测档案、工作人员健康监护档案、工作场所放射防护档案。
(6) 具有有效控制应急照射和事故照射以及事故处理的措施。
(7) 制定和建立完善的放射防护规章制度和管理措施。

4 辐射屏蔽效果

4.1 检测仪器 采用美国 VICTOREEN 公司生产的 450P 型辐射监测仪, 对 4 MeV 直线加速器探伤室的工作场所和周围环境的辐射水平进行了测量。该仪器经上海市计量测试研究院进行了检定, 在有效期范围内使用。
4.2 探伤室的防护效果 该探伤室采用了“L”型迷宫减弱辐射束。探伤室四周墙壁及屋顶采用了密度为 2.23 g/cm³ 的混凝土为屏蔽材料, 屏蔽设计中探伤室的南墙为主照射墙, 厚度为 200 cm, 东墙为斜照射墙体, 厚度为 180 cm, 两面墙体均按主屏蔽要求设计。西墙和北墙的厚度均为 120 cm, 屋顶的厚度为 65 cm, 探伤工件进出大门的屏蔽厚度为 120 cm, 均按次屏蔽要求设计。工作人员进出探伤室设有两道防护门, 均为 4 mm 铅。由于 X 射线的能量为 4 MeV, 故防护设施的设计没有考虑中子的屏蔽。检测条件为: X 射线能量 4 MeV, 剂量率 5 Gy/min, 加速器最大出束角 15°, 向南墙投照。检测结果表明, 探伤室工作场所和周围环境的 X 射线辐射水平为 0.07~0.16 μSv/h, 说明探伤室的混凝土防护墙和防护门上的铅板厚度达到了预期的屏蔽防护效果。

5 辐射安全设施

5.1 连锁装置 在操作室的电控柜上有一个转换开关, 该开关必须指向 2 时, 加速器才能启动; 工作人员出入探伤室的防护门口有三把钥匙开关, 加速器出束箱上有四把钥匙开关, 任何一把钥匙不到位, 加速器将无法启动; 进出探伤室有三道防护门, 任何一道防护门未关闭, 加速器也无法启动。连锁装置经检验有效。
5.2 急停开关 探伤室内有 4 个与直线加速器操作电气连锁的紧急按钮, 其位置在工作人员能够迅速到达的地方; 加速器上还有 3 个急停按钮。按下任何一个急停按钮, 加速器控制台上将显示机器未准备就绪, 无法升高压。急停开关经检验有效。
5.3 警告装置 警告装置的作用在于直观地告诉人们加速器
(下转第 135 页)

生放射性往往较低, 因此, 工作人员的摆位剂量远低于⁶⁰Co 治疗机产生的剂量。在加速器配套设施方面, 机房多采用“L”型迷路设计。机房门外有指示灯, 电离辐射警告标识。安装门机连锁, 电视监视, 对讲等装置。配备模拟定位机, 剂量监测报警仪等。工作人员佩戴个人剂量报警仪, 个人剂量计。这些均为

提高放疗效果, 实施安全有效的治疗提供了保障作用。
参考文献:
[1] 俞顺章. 中国和世界一些国家恶性肿瘤防治现状及展望 [J]. 肿瘤, 1989, 9(1): 41.
(收稿日期: 2004-09-13)