

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 560 m², 总建筑面积为 734 m², 其中加速器探伤室为 241 m², 控制室为 40 m²。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 μ Sv/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)

/千人, 1998 年为 2.38 人次/千人, 1998 年较 1996 年增加了 44.4%, 发展很快。由于新检查方法的应用, 胸部荧光缩影、胆囊造影、骨盆测量已淘汰。

3 讨论

全市每台 X 射线诊断设备平均服务 2.57 万人, 处于世界卫生组织公布的每台机器服务人数不超过 3 万人的良好范围内, 但全市有 53.7% 的 X 射线诊断设备在 200 mA 以下(210 台), 还有 33 家乡镇卫生院或私人诊所在使用 50 mA 以下机器从事放射诊断工作。全市 503 名放射诊断人员中, 78.6% 的不具有职称或仅有初级职称, 21.4% 的具有中级职称或高级职称。上述情况表明我市放射诊断及人员总量不少、结构不合理、人员素质较差。今后卫生行政部门要重点加强对乡镇及私立医疗机构的监管, 坚决淘汰一批容量小、防护性能差、超期使用的 X 射线诊断设备, 同时要严把放射诊断人员的准入关, 加强培训, 提高素质。周口市 X 射线诊断应用频率较低, 相当于全省平均水平的 2/3, 全国平均水平的一半, 只有经济发达的上海市的 1/5, 处于发展中国家的较低水平上。所以一方面在严格控制放射诊断的适应症、减少医疗照射的同时, 应加强诊断人员的专业培训, 提高每台设备的使用效率, 另一方面应不断淘汰一些旧设备, 引进新技术、新设备, 扩大 X 射线诊断的范围和领域, 提高医疗服务水平。在各种类型的 X 射线诊断中, 透视占 40.78%, 和 20 世纪 80 年代中期透视比例高达 77.1%^[4] 的全省平均水平和 74.0%^[5] 的全国平均水平相比已有较大幅

度下降, 这是一个大的进步, 说明随着经济水平的提高, 透视和摄片的比例在向着更合理的方向发展。X-CT 检查在我市出现较晚, 在所有诊断中所占比例不大, 只有 2.08%, 但发展较快, 1998 年较 1996 年增加了 44.4%。X-CT 检查较一般 X 射线检查能提供较多的诊断信息, 但它所致受检者剂量比普通 X 射线摄影要大得多。国内外调查表明随着 X-CT 检查的迅速增加和普及, X-CT 引起的医疗照射将成为重要的人工电离辐射来源^[3]。所以应加强 X-CT 应用质量的监督检查, 严格控制检查的适应症, 提高检查的阳性率, 最大可能地降低 X-CT 检查所造成的集体剂量负担。

参考文献

- [1] 郑均正, 李述唐, 岳保荣. “九五”期间 X 射线诊断医疗照射的频率水平调查[J]. 中国辐射卫生, 1999, 8(1): 10-13.
- [2] 程晓军, 张钦富, 戴富友, 等. 河南省 X 射线诊断医疗照射的频率水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 5(20), (增刊): 47-48.
- [3] 郑均正, 岳保荣, 李述唐, 等. 我国“九五”期间 X 射线诊断的医疗照射频率水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000, 5(20), (增刊): 14-17.
- [4] 张金栓, 姚仲甫, 李俊杰, 等. 河南省医疗照射水平[J]. 中华放射医学与防护, 1989, 9(增刊): 90-93.
- [5] 全国医疗照射协作组. 我国医疗照射的年频度水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1989, 9(增刊): 10-16.

(收稿日期: 2004-11-29)

(上接第 133 页)

的工作状态。该设施采用了目视装置, 即在操作室防护门和探伤件进出大门处均设有辐射警示标志和工作状态指示灯; 探伤室内还设有预警灯, 开机前持续报警 20 秒钟。警告装置经检验有效。

5.4 观察和对讲装置 对讲装置: 配有两部对话机, 用于内外联络。观察装置: 探伤室内安装有 2 个摄像头, 通过摄像头监视屏系统可清楚地看到探伤室内的工作情况。观察和对讲装置经检验有效。

5.5 工作场所的布局和标志 加速器探伤室功能分区明确, 操作室和探伤室之间由“L”型迷路和防护门分开, 在探伤室入口处设置了辐射警示标志, 防护门上方设有工作状态指示灯, 无关人员不允许进入探伤室和操作室。

5.6 应急方案与准备 由于安全联锁装置的失灵和操作的失误, 可能会导致工作人员或公众的超剂量照射。为排除异常情况, 该企业制定了加速器应急预案。

5.7 放射防护管理 企业建立了放射防护管理网络, 落实了人员, 并制定了“加速器安全操作规程、加速器探伤室管理制度、射线安全防护守则、摄片质量责任制、无损检测工艺责任制、暗室岗位责任制”等十二项规章制度。放射工作人员均经江苏省疾病预防控制中心集中进行工业探伤加速器的放射防护知识培训和考核, 经过当地的疾病预防控制中心组织的健康检查, 由使用单位建立个人健康档案, 并在当地的疾病预防控制中心开展个人剂量监测, 并领取了《放射工作人员证》。

5.8 其他安全措施

5.8.1 通风设施 该探伤室采用自然进风, 设有 1 组排风风机, 排风量为 $1500\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$, 排气口位于探伤室内东北角, 经检验通风设备完好并能正常工作, 其操作室和探伤室内的臭氧和氮氧化物(以二氧化氮计)的浓度最大值分别为 $0.06\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 $0.02\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 均低于 GBZ2-2002《工作场所有害因素职业接触限值》的规定值, 不会对人员和设备产生危害。

5.8.2 电气安全 该加速器采取了主动接地联锁、高压屏蔽网、高压放电棒、高压过载保护、独立设备接地和警告说明等保护措施, 防止高压对工作人员造成的危害。

5.8.3 微波安全 该加速器采用了微波屏蔽网对一些微波组

件进行屏蔽, 使工作场所内微波辐射水平低于国标的规定值: 平均功率密度 $< 50\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$, 日总剂量 $< 400\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ 。

5.8.4 消防 在操作室的辅助房内放置了 5 个适合于电气设备的灭火器。万一发生失火, 则按如下步骤进行: ①按下最近的紧急停机按钮, 关闭总电源。②通知所有人员到一个安全的地方。③呼叫帮助, 组织灭火。

6 结论与建议

该项目地址位于企业厂区内辅机容器车间东北侧, 经对探伤室工作场所和周围环境进行检测验证, 该工程的总体屏蔽防护是可行的, 符合国标 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求。探伤室的辐射安全设施包括联锁装置、急停开关、警告装置、观察和对讲装置经检验均有效, 符合国家标准 GB5172-85《粒子加速器辐射防护规定》的要求。企业有从事探伤工作近三十年的工作经验, 具备了开展探伤工作所需的专业技术人员。放射工作人员已按照卫生部第 52 号令《放射工作人员健康管理规定》的要求, 进行了放射防护知识的培训和考核, 组织健康检查, 并开展了个人剂量监测, 领取了《放射工作人员证》。探伤室的通风设备完好并能正常工作, 其操作室和探伤室内的臭氧和二氧化氮的浓度符合国家职业卫生标准 GBZ2-2002《工作场所有害因素职业接触限值》的规定值。企业还建立了放射防护管理机构, 落实了人员, 并制定了相应的各项规章制度, 对可能发生的放射事故应急处理有计划、有措施。

建议该企业要认真学习贯彻《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》和国家有关放射防护法规, 增强法制意识; 切实加强放射防护自主管理, 建立健全各项规章制度, 制度要将每项工作落实到人, 做到责任明确, 赏罚分明; 按照卫生部第 52 号令《放射工作人员健康管理规定》的要求, 定期安排放射工作人员的体检和防护知识的复训工作; 安全联锁系统应定期检查, 并保证该系统的正常运行; 对新上岗的放射工作人员必须经具有职业卫生检测资质的单位进行健康检查、放射防护知识培训和开展个人剂量检测, 取得省卫生行政部门颁发的《放射工作人员证》后, 方可从事该项工作。

(收稿日期: 2004-08-23)