

2013 年云南省医用诊断 X 射线机质量控制性能检测 results 分析

唐红, 武国亮, 张炳祥, 黄荣钦, 旷景莹

云南省疾病预防控制中心, 云南 昆明 650022

摘要: 目的 掌握云南省医用诊断 X 射线机设备的性能质量, 对存在的问题提出改进意见, 以提高医用诊断 X 射线的诊断质量, 以减少患者的受照剂量。方法 依据国家标准, 采用非介入式多功能 X 射线质量检测仪进行现场检测, 对云南省 86 台在用医用诊断 X 射线机摄影设备系统和透视系统进行的质量控制指标检测。摄影系统的检测指标有: 管电压指示的偏离、输出量、输出量重复性、输出量线性、曝光时间指示的偏离、光野与照射野四边的偏离、光野与照射野中心的偏离、有用线束垂直度偏离、有用线束半值层(HVL); 11 台透视设备系统的检测指标有: 空间分辨力、低对比度分辨力、入射体表空气比释动能率典型值。10 台即有摄影系统又有透视设备系统的以上所有指标进行检测。结果 107 台医用诊断 X 射线机进行的各项检测指标显示, 管电压指示的偏离、输出量、输出量重复性、输出量线性、曝光时间指示的偏离、光野与照射野四边的偏离、光野与照射野中心的偏离、有用线束垂直度偏离、有用线束半值层、空间分辨力、低对比度分辨力、入射体表空气比释动能率典型值的合格率分别为 96.5%、100%、98.8%、98.8%、97.7%、88.4%、78.2%、90.7%、98.8%、100%、100%、100%。结论 通过对医用诊断 X 射线机设备性能的检测, 并采取相应的控制措施, 以确保每台在用的医用诊断 X 射线机处于合格、安全的工作状态, 以减少和避免患者受到不必要的照射, 这样才能保证患者的健康与安全。

关键词: 医用诊断 X 射线机; 质量控制; 剂量

中图分类号: TL75⁺1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2015)01-067-01

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2015.01.027

随着 X 射线机在医疗上应用越来越广泛, 掌握云南省医用 X 射线机设备的质量, 提高诊断质量, 减少患者的照射剂量变得日益重要。笔者对 2013 年云南省医用诊断 X 射线机质量控制性能检测结果进行分析。

1 材料和方法

各委托医疗单位在用的各类医用诊断 X 射线机共计 107 台。

1.1 方法和标准 依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》^[1](GBZ 18871-2002)、《医用 X 射线诊断卫生防护监测规范》^[2](GBZ 138-2002)、《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》^[3](WS 76-2011) 等标准, 用 X 射线机质量检测仪(Barracuda)(瑞典生产)进行现场检测。

1.2 检测项目 对委托检测的医疗机构的医用诊断 X 射线机进行摄影系统的管电压指示的偏离、输出量、输出量重复性、输出量线性、曝光时间指示的偏离、光野与照射野四边的偏离、光野与照射野中心的偏离、有用线束垂直度偏离、有用线束半值层(HVL)、透视系统的空间分辨力、低对比度分辨力、透视受检者入射体表空气比释动能率典型值的指标进行现场检测。

2 结果

2013 年云南省 107 台医用诊断 X 射线机质量控制检测结果见表 1。

表 1 2013 年云南省 107 台医用诊断 X 射线机性能检测结果

| 检测项目 | 检测台数 | 合格台数 | 不合格台数 | 合格率 |
|--------------|------|------|-------|-------|
| 管电压指示的偏离 | 86 | 83 | 3 | 96.5% |
| 输出量 | 86 | 86 | 0 | 100% |
| 输出量重复性 | 86 | 85 | 1 | 98.8% |
| 输出量线性 | 86 | 85 | 1 | 98.8% |
| 曝光时间指示的偏离 | 86 | 84 | 2 | 97.7% |
| 光野与照射野四边的偏离 | 86 | 76 | 10 | 88.4% |
| 光野与照射野中心的偏离 | 86 | 75 | 11 | 87.2% |
| 有用线束垂直度偏离 | 86 | 78 | 8 | 90.7% |
| 有用线束半值层(HVL) | 86 | 85 | 1 | 98.8% |
| 空间分辨力 | 21 | 21 | 0 | 100% |
| 低对比度分辨力 | 21 | 21 | 0 | 100% |
| 体表空气比释动能率典型值 | 21 | 21 | 0 | 100% |

3 讨论

医用诊断 X 射线机是医疗机构对病人常用的检测诊疗工具, 是公众所受电离辐射中辐射剂量最大来源, 医用诊断 X 射线机诊断应用是非常常用的诊疗手段, 医用诊断 X 射线机工作状态及性能是否正常、稳定, 对公众的医疗诊断及受照剂量影响很大, 所以对全省医用诊断 X 射线机进行性能检测非常必要。(下转第 70 页)

—1989《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》和 GB 11713-89《用半导体 γ 谱仪分析低比活度 γ 放射性样品的标准方法》,仪器采用 GEM60P 高纯锗 (HPGe) DSPEC PLUS 数字化高分辨率 γ 能谱仪。

2 调查结果

在实验室对所取样品进行制样,分析,各样品中所含 ^{60}Co 比活度见表1。

表1 各样品中 ^{60}Co 比活度

| 序号 | 样品名称 | ^{60}Co (Bq/kg) | 备注 |
|----|-----------|--------------------------|---------------------------------|
| 1 | 贮源井底底泥 | 2.12×10^5 | 退役前 |
| 2 | 贮源井底部水泥样 | 435.3 | 退役处理后 |
| 3 | 贮源井底部瓷砖样 | 390.8 | |
| 4 | 贮源井中部瓷砖样 | 504.7 | |
| 5 | 贮源井上部瓷砖样 | 7.2 | |
| 6 | 蒸发池底泥干样 | 110.0 | |
| 7 | 泵房周围土壤样品 | 1.25×10^4 | 退役开挖中土壤中最高 ^{60}Co 比活度 |
| 8 | 泵房开挖沟底部土样 | 23.0 | 退役治理后 |
| 9 | 泵房开挖沟周围土样 | 15.4 | |

3 ^{60}Co 残余量估算

3.1 瓷砖 ^{60}Co 残余活度估算 辐照室贮源井直径为1.9 m,接近底部2 m处开始变径至1.8 m,井深4.5 m,按1.5 m间隔,分上中下三层采样,上中下三层瓷砖重量分别为85.5、84和81 kg,总残余 ^{60}Co 活度 = $7.2 \times 85.5 + 504.7 \times 84 + 390.8 \times 81 = 74665$ Bq。

3.2 底部水泥 ^{60}Co 残余活度估算 根据 GB 14569.1-2011^[2],水泥固化体中核素的浸出率 $^{60}\text{Co} \leq 2 \times 10^{-3}$ cm/d,考虑运行40年和包壳最短15年质保,保守计算渗透深度:

$$H = 2 \times 10^{-3} \text{ cm/d} \times 365 \text{ d/a} \times (40 - 15) \text{ a} = 18.25 \text{ cm}$$

实际底部有瓷砖和防渗处理不可能有如此大的渗透量。退役时底泥为 2.12×10^5 Bq/kg,水泥接触面平衡浓度至少为其1/10,达 2.12×10^4 Bq/kg。综合接触界面浓度为435.3 Bq/kg,保守估算剩余深度h为:

$$2.12 \times 10^4 / 435.3 = 18.25 / \text{h} \quad h = 0.375 \text{ cm}。$$

考虑井底直径1.8 m,混凝土密度 2.35 g/cm^3 ,混凝土比活度435.3 Bq/kg,混凝土剩余重量为 $2.35 \text{ g/cm}^3 \times (1.8/2)^2 \text{ m}^2 \times 3.14 \times 0.375 \text{ cm} / 1000 = 22.41 \text{ kg}$;剩余活度为 $435.3 \text{ Bq/kg} \times 22.41 \text{ kg} = 9755 \text{ Bq}$ 。实际上,井底已经经过物理去污剥离了一层混凝土,剩余量已经很小了。在同等的深度情况下,贮源井 ^{60}Co 内残余总活度为 $74665 + 9755 = 84420 \text{ Bq}$ 。

3.3 蒸发池底泥残余活度 蒸发池含 ^{60}Co 底泥面积估计为 50 m^2 ,泥深0.08 m,底泥含水量98.5%,比重为 1.13 g/cm^3 (以上参考活性污泥法沉淀底泥参数)累计干泥重量为 $50 \text{ m}^2 \times 0.08 \text{ m} \times 1.13 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \times (1 - 98.5\%) = 67.8 \text{ kg}$ (干泥),总活度估算为 $110.0 \text{ Bq/kg} \times 67.8 \text{ kg} = 7458 \text{ Bq}$ 。

3.4 泵房渣土 泵房底部土样比活度为23.0 Bq/kg,周围土样15.4 Bq/kg。实际工程中开挖最高活度达 1.25×10^4 Bq/kg,泵房渣土3440 kg,由于土壤吸附作用, ^{60}Co 分布为指数衰减,活度由 1.25×10^4 Bq/kg降至23 Bq/kg(接近1/500),考虑23 Bq/kg降至0 Bq/kg浓度渐变,按照开挖3440 kg的1/50粗略重量($23/2$) Bq/kg代表平均浓度,剩余量约为 $11.5 \text{ Bq/kg} \times 68.8 \text{ kg} = 791 \text{ Bq}$ 。

4 结论

综上所述,场址状态共残留受污染物约409.51 kg,总活度为 $84420 \text{ Bq} + 7458 \text{ Bq} + 791 \text{ Bq} = 92669 \text{ Bq}$,平均比活度为226.3 Bq/kg,满足《离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 10^4 Bq/kg的豁免浓度与 10^5 Bq总活度要求。

参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [2] 国家环境保护部. GB 14569.1-2011 低-中水平放射性废物固化体性能要求水泥固化体[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.

收稿日期: 2014-04-11 修回日期: 2014-09-21

(上接第67页)

在2013年度对云南省的共计107台医用诊断X射线机进行的各项检测指标显示光野与照射野四边的偏离、光野与照射野中心这两项不合格率较高,原因是没有及时对带病工作的医用诊断X射线机进行日常保养和维护所导致,经过反复维修调试后,第二次检测均达到合格,这样就保证了100%的医用诊断X射线机可满足临床诊断要求,所以应加强对医用诊断X射线机性能的检测并采取相应的控制措施,以确保每台在用的医用诊断X射线机处于合格、安全的工

作状态,以减少和避免患者受到不必要的照射,这样才能保证患者的健康与安全。

参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫局. GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 138-2002 医用X射线诊断卫生防护监测规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [3] 中华人民共和国卫生部. WS 76-2011 医用常规X射线诊断设备影像质量控制检测规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.

收稿日期: 2014-04-17 修回日期: 2014-08-21