

# 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》<sup>[1]</sup>(GBZ 18871-2002)、《医用 X 射线诊断卫生防护监测规范》<sup>[2]</sup>(GBZ 138-2002)、《医用常规 X 射线诊断设备影像质量控制检测规范》<sup>[3]</sup>(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  $\gamma$  能谱分析方法》和 GB 11713-89《用半导体  $\gamma$  谱仪分析低比活度  $\gamma$  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  $\gamma$  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<sup>60</sup>Co 比活度见表 1。

表 1 各样品中<sup>60</sup>Co 比活度

序号	样品名称	<sup>60</sup> Co( Bq/kg)	备注
1	贮源井底底泥	$2.12 \times 10^5$	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	$1.25 \times 10^4$	退役开挖中土壤中最高 <sup>60</sup> 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 <sup>60</sup>Co 残余量估算

3.1 瓷砖<sup>60</sup>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<sup>60</sup>Co 活度 =  $7.2 \times 85.5 + 504.7 \times 84 + 390.8 \times 81 = 74665$  Bq。

3.2 底部水泥<sup>60</sup>Co 残余活度估算 根据 GB 14569.1-2011<sup>[2]</sup>,水泥固化体中核素的浸出率<sup>60</sup>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  $2.12 \times 10^5$  Bq/kg,水泥接触面平衡浓度至少为其 1/10,达  $2.12 \times 10^4$  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  $2.35 \text{ g/cm}^3$ ,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<sup>60</sup>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<sup>60</sup>Co 底泥面积估计为  $50 \text{ m}^2$ ,泥深 0.08 m,底泥含水量 98.5%,比重为  $1.13 \text{ g/cm}^3$ (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  $1.25 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$ ,泵房渣土 3440 kg,由于土壤吸附作用,<sup>60</sup>Co 分布为指数衰减,活度由  $1.25 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$  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)  $10^4 \text{ Bq/kg}$  的豁免浓度与  $10^5 \text{ Bq}$  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