

X 射线衍射仪的辐射水平检测与职业卫生管理

Survey on radiation level of X-ray diffractometer and corresponding occupational health management

姜霞，杨凯，杨雪

(中国辐射防护研究院，山西 太原 030006)

摘要：对 X 射线衍射仪的辐射水平检测结果表明，外表面 10 cm 处和工作人员活动区域的辐射水平接近本底辐射水平。X 射线衍射仪正常运行时，不会对人体健康造成影响，可予以放射性豁免，但仍需定期检测，防止事故照射的发生。

关键词：X 射线衍射仪；辐射水平；豁免；定期检测

中图分类号：R144 **文献标识码：**B

文章编号：1002-221X(2017)02-0137-02

DOI:10.13631/j.cnki.zgggyx.2017.02.024

现阶段，放射源和射线装置的职业卫生管理主要是依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令 第 449 号）第五条和第六条的规定，取得环境保护主管部门颁发的许可证。而许可证的取得需要符合该标准第七条所规定的条件，包括：（1）有与所从事的生产、销售、使用活动规模相适应的，具备相应专业知识和防护知识及健康条件的专业技术人员；（2）有符合国家环境保护标准、职业卫生标准和安全防护要求的场所、设施和设备；（3）有专门的的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全和防护管理人员，并配备必要的防护用品和监测仪器；（4）有健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施；（5）产生放射性废气、废液、固体废物的，具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。上述规定对于已经具有辐射安全许可证的单位比较适用，仅需增加许可范围；而针对仅使用 X 射线衍射仪一类在豁免水平以下放射源的单位，若按照上述要求申请许可证，会增加企业的经营和管理成本。因此，针对不同企业对放射源的使用情况，本文对其职业卫生管理的针对性和适用性进行分析与讨论。

1 对象与方法

1.1 对象

某集团下属研究所的 4 台 X 射线衍射仪，型号分别为 X’PertMRD、MMAX、QC-200、D8。

1.2 检测仪器

FH40G-10+FHZ672E-10X、γ 剂量率仪。

1.3 检测标准与检测点布置

依据《X 射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准》（GBZ115—2002）的要求，检测点布置如下：（1）X 射线衍射仪泄漏辐射水平检测，a）首先在距 X 射线衍射仪外表面 10 cm 处进行辐射水平巡测，以发现高水平辐射区；b）定点

检测，发现的高水平辐射区、观察窗外 10 cm 处（观察窗表面以及中心、左侧、右侧、上方、下方连接缝隙处）、左侧表面、右侧表面和正上方 10 cm 处的辐射水平。检测时，X 射线衍射仪处在额定工作条件下。（2）工作人员活动区域辐射水平检测，将上述定点检测位置的距离改为 30 cm 处及工作人员操作位，检测条件同上。

由于 X 射线装置为瞬变辐射场，因此，本文选取检测结果的最大值进行讨论。

2 结果

2.1 X 射线衍射仪泄漏辐射水平

从表 1 可知，X 射线衍射仪外 10 cm 处的泄漏辐射水平接近本底辐射水平。

表 1 X 射线衍射仪泄漏辐射水平

检测位置	空气比释动能率（μSv/h）	
	范围	$\bar{x}\pm s$
正前方中间缝隙	0.051~0.072	0.062±0.011
正前方观察窗下缝隙	0.055~0.070	0.063±0.008
左侧观察窗表面	0.052~0.070	0.061±0.009
右侧观察窗表面	0.050~0.071	0.061±0.011
右侧观察窗缝隙	0.054~0.073	0.064±0.010
左侧观察窗缝隙	0.048~0.070	0.059±0.011
右侧表面	0.054~0.081	0.068±0.014
左侧表面	0.056~0.078	0.067±0.011
操作位	0.058~0.079	0.069±0.011
正上方顶部	0.059~0.080	0.070±0.011
本底	0.066~0.073	0.070±0.004

注：空气比释动能率包括本底值。

2.2 工作人员活动区域辐射水平

从表 2 可知，工作人员操作位活动区域辐射水平接近本底辐射水平。

表 2 工作人员活动区域辐射水平

检测位置	空气比释动能率（μSv/h）	
	范围	$\bar{x}\pm s$
观察窗外 30 cm 处	0.056~0.078	0.067±0.011
操作位	0.058~0.079	0.069±0.011

3 讨论

X 射线衍射仪运行中，若设备屏蔽防护厚度不足、观察窗与主体连接处结构不合理或正上方顶部防护不善，易导致 X 射线泄漏。本次调查的 4 台 X 射线衍射仪均有足够的屏蔽防护厚度，装置自带屏蔽设施为钢制材料，观察窗为铅玻璃，

收稿日期：2016-09-22；修回日期：2016-12-20
作者简介：姜霞（1982—），女，助理研究员，从事职业卫生评价工作。

从而使X射线衍射仪泄漏辐射水平极低,X射线衍射仪外10 cm和30 cm处以及工作人员操作位活动区域辐射水平接近本底辐射水平,不致于对工作人员的健康与安全造成影响。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)规定的豁免一般准则是(1)被豁免实践或源对个人造成的辐射危险足够低,以至于再对它们加以管理是不必要的;(2)被豁免实践或源所引起的群体辐射危险足够低,在通常情况下再对它们进行管理控制是不值得的;(3)被豁免实践或源具有固有安全性,能确保上述两项准则始终得到满足。GB 18871—2002规定的豁免水平是正常运行条件下,在距设备的任何可达表面0.1 m处所引起的周围剂量当量率或定向剂量当量率 $<1\ \mu\text{Sv/h}$,或所产生辐射的最大能量 $<5\ \text{keV}$ 。

本次所调查的4台X射线衍射仪外10 cm处的泄漏辐射水平均接近本底辐射水平,低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的豁免水平($1\ \mu\text{Sv/h}$)。X'PertMRD、MMAX、QC-200、D8型X射线衍射仪具有固有的安全性,设备控制台上设置有明显的开、关状态和出束时工作状态指示灯,在工作状态指示灯旁有“X-RAYS ON”的警示语句。设

有“防护罩-高压”联锁装置,防护罩不关闭不能出束,防护罩强制开启时设备停止出束。控制面板设有紧急停止按钮,在设备异常时按下,设备停止出束。设备操作面板设有钥匙开关,仅在钥匙开启情况下使用。依据GB 18871—2002规定的豁免准则和豁免水平,所调查的X'PertMRD、MMAX、QC-200、D8 X射线衍射仪可予以豁免。

目前,业主单位达到豁免水平的实践或源存在两种管理方式:一种是向环保部门提出豁免申请,依有关规定并满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》豁免水平条件时可予以批准豁免,但仍需定期检测X射线衍射仪的辐射水平,防止事故照射的发生。另一种是业主或法人不进行豁免申请,将达到豁免水平的实践或源继续作为放射性设备进行监管,委托有资质的单位每年进行一次工作场所的辐射监测。按照业主单位的实际情况,可以区别处理,若业主单位的放射源使用很少,未申领过辐射安全许可证,则适宜第一种管理方式,向环保部门申请豁免;若业主单位放射源使用较多,已经申领过辐射安全许可证,则第二种管理方式较适用,可节省企业的经营成本和社会管理资源。

离子色谱法测定工作场所空气中钠及其化合物

Determination of sodium and its compounds in workplace air with ion chromatography

陈祝军, 秦圆, 吴梅, 王惠芳

(张家港市疾病预防控制中心, 江苏 张家港 215600)

摘要:以微孔滤膜采样,纯水超声洗脱,采用离子色谱法测定工作场所空气中钠及其化合物浓度。本法的测定范围为0~10.0 $\mu\text{g/ml}$,样品加标回收率为93.5%~98.6%,相对标准偏差2.13%,检出限0.05 $\mu\text{g/ml}$ 。该方法线性好、灵敏度高,与原子吸收法相比,两种方法的检测结果差异无统计学意义($P>0.05$)。

关键词:工作场所空气;钠;离子色谱法

中图分类号:R134.4 **文献标识码:**B

文章编号:1002-221X(2017)02-0138-02

DOI:10.13631/j.cnki.zgggyx.2017.02.025

目前,工作场所空气中钠及其化合物测定的标准方法多采用火焰原子吸收光谱法、酸碱滴定法。火焰原子吸收光谱法线性范围窄,酸碱滴定法无法进行重复性测定。经参考相关资料^[1-4],我们建立了工作场所空气中钠及其化合物的离子色谱测定方法。

1 材料与方法

1.1 原理

工作场所空气中钠及其化合物用微孔滤膜采集,经纯水洗脱后,随淋洗液进入离子交换柱系统,经色谱柱分离,电导检测器测定保留时间定性,峰面积定量。

1.2 仪器

收稿日期:2016-08-29

作者简介:陈祝军(1977—),男,主管检验师,主要从事食品、水质、工作场所空气毒物检验检测和方法研究。

DX-120型离子色谱仪,Easy-2000U工作站;IonpacCS12A阳离子分离柱和IonpacCG12A保护柱(美国赛默飞世尔公司);微孔滤膜,孔径0.8 μm ;采样夹,滤料直径40 mm;空气采样器,流量0~10 L/min;具塞比色管25.0 ml,默克密理博Simplicity UV超纯水系统。

1.3 试剂

淋洗液:吸取2.0 ml甲烷磺酸溶于1 000 ml水中,经0.45 μm 微孔滤膜真空抽滤后作为流动相。实验用水为去离子水。洗脱液:水。钠标准溶液GBW(E)080260,100 $\mu\text{g/ml}$;淋洗液流速:1.0 ml/min。

1.4 样品的采集、保存及分析

1.4.1 样品的采样与保存在采样点将装好微孔滤膜的采样夹,以5 L/min流量采集15 min空气样品。采样后,将滤膜的接尘面朝内对折2次,放入具塞比色管内运输和保存。在室温下样品至少可保存10 d。

1.4.2 分析方法(1)对照实验:将装好微孔滤膜的采样夹带至采样点,除不连接空气采样器采集空气样品外,其余操作同样品,作为样品的空白对照。(2)样品处理:向装有滤膜的具塞比色管中加入10.0 ml水,塞紧管塞,超声洗脱10 min,洗脱液供测定。若洗脱液中钠浓度超过测定范围,可用洗脱液稀释后测定,计算时乘以稀释倍数。(3)标准曲线的绘制:取7只具塞比色管,分别加入0.0、0.5、1.0、3.0、5.0、7.0、10.0 ml钠标准溶液(10.0 $\mu\text{g/ml}$),各加水至10.0 ml,配成0.0、0.5、1.0、3.0、5.0、7.0、10.0 $\mu\text{g/ml}$