

和Rickard)。因此,吸入的四氧化镭在遇到上呼吸道分泌物时很快就会变成镭的不溶性形式,即金属镭,二氧化镭或者是两者的混合物。在我们所研究的病例中不溶性镭则蓄积在口、鼻处。

上述研究表明,在吸入 $\text{RuO}_4$ 形式的气态镭后它的体内排出速度受控于不溶性镭化合物自口和鼻移去的速度。因为在鼻咽部粘膜的纤毛运动能很快移去沉积下来的不溶性

物质。滞留的 $^{103}\text{Ru}$ 很可能被吸附到很少受冲洗的副鼻窦表面粘膜。没有任何证据表明 $^{103}\text{Ru}$ 可在任何其他器官部位浓集。由此可见鼻咽部是 $^{103}\text{Ru}$ 的要害器官。国际辐射防护委员会推荐肺和胃肠是吸入 $^{103}\text{Ru}$ 微粒的要害器官,而本工作指明国际辐射防护委员会的推荐对于在机体吸入 $^{103}\text{RuO}_4$ 时可能是不合适的。

(Webber CE等: Health Phys 30 (4): 352~355  
1976 (英文 王荣道译) 朱寿彭 钱位成校)

## 电子显微镜的辐射泄漏

1968年美国公布的“保障卫生和安全的辐射管制法令”(下称“法令”),授予卫生、教育和社会福利部秘书以全权制订和执行电子产品辐射管制计划,包括电子产品操作标准条件的颁布,执行该法令的主要责任委托给了放射卫生局。

电子显微镜是“法令”条款管辖的一种装置,然而,它未被列入“电子产品表”中,因而制造者既不需要保证设置辐射防护层和排除泄漏辐射,也不需要装置上附加证明为辐射安全的警告信号。

在大多数情况下,电子显微镜操作者及其同事不作为放射性工作者,所以人员的剂量测定和正规的定期体检是不需要的。因此,当他们受到意外辐射照射时往往不注意就过去了。

一些研究者叙述过有关电子显微镜辐射危害的问题,并且对电子显微镜操作者及其同事的安全表示关注。

1971年初,Parsons在美国电子显微镜协会里提出了一个计划用以确定加速电压为40~200千电子伏的非扫描型电子显微镜的辐射危害程度。此计划采用了一种调查式的咨询意见表,分发给美国电子显微镜协会的成员(当时有2093名),这个意见表的目的是要弄清楚在测量电子显微镜的X线泄漏时进行的次数和技术有关的资料,以及被测

量出的X线泄漏的严重程度。Parsons收到了589份“有用的回音”(约28%),其中51%声称发现有某种程度的X线泄漏辐射。

放射卫生局认为这样做是为了电子显微镜使用者的最大利益,即对这些装置进行一次调查以确定操作者是否是不必要地受到辐射环境的影响。在国立卫生研究所和华盛顿退伍军人局医院保健物理工作者的合作下,我们对一些电子显微镜进行了X线泄漏的调查。

### 调 查

总共调查了45台操作电压为50~125千电子伏的透射型非扫描电子显微镜。在多数情况下,是将电子显微镜的高压和电流调节到常规操作条件与最大设计操作条件对比,虽然在设计操作条件上进行研究比较容易创造更坏情况的条件,但许多电子显微镜学家和电子显微镜操作者担心这样的条件下会损坏电子枪和灯丝。

在调查每台电子显微镜的过程中使用了一种大面积观测仪,来探测X线泄漏辐射的存在。这种探测器是专为测量家庭用电视机接受器表面放射出的低能量X线低照射量率(0.1~10毫伦/小时)而设计的。探头由六个盖革计数管构成,每管有一个大约13平方厘米的敏感面。电子学线路是为直接积分和

测量盖革计数管中脉冲电流而设计的。每一个盖革计数管有一只小氖灯泡与之相连,有决定意义的电流可使氖灯泡发亮指示产生最大信号的某一特定的盖革计数管。因此, X线泄漏的部位很容易被测出。由于探测器的感受元件是盖革计数管,所以这一仪器仅用来确定电子显微镜的泄漏辐射“是否有”和“在哪里”的问题。在每次调查中,要特别注意电子显微镜的下列部位:电子枪或灯丝、照相部分和观察室,圆柱和样品室、高压箱和电缆以及操作口(见图1)。

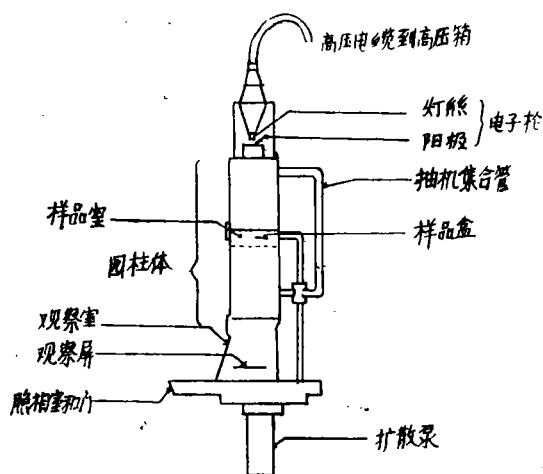


图1 具有表明主要分区的典型电子显微镜示意图

## 结 果

在调查的45台电子显微镜中(见表1)发现7台连续地发出可探测量的X线,4台仅短时间地发出可探测量的X线辐射。对于7台连续发出辐射的显微镜,其辐射泄漏是在电子枪附近圆柱体的背面,显微镜高压线接头处,沿圆柱体侧面以及高压箱表面。在4台仅短时间地发射辐射的显微镜中,3台(Siemens 1A型和101型,以及AEI 801型)显示辐射泄漏的部位是在电子枪附近圆柱体背面和高压线接头处。这些辐射在突然出现后持续不到一分钟,然后停止。第4台显微镜(Hitachi, 型号不明)是在转换磁极片时显示辐射泄漏,然而在磁极片换好后就观察不到辐射泄漏了,调查的45台显微镜,在操作者及其同事工作的位置测不到辐射,因而,对由于泄漏辐射所造成的后果无法进行评价。表1提供了概略情况。第1栏里厂商名称,第2栏是电子显微镜的型号,第3栏是被调查的专门型号显微镜的台数,第4栏是观察期间使用高压的幅度范围,第5栏是泄漏电子显微镜的台数,第6栏是辐射泄漏的部位。

表1 调 查 一 览 表

厂 商	型 号	调查数	高压 (1) KV	X线泄漏		X 线 泄 漏 部 位		
				无	有	枪	圆柱和样品室	高压箱和电缆
AET	EM8 B	5	60~80	3	2	×	×	×
	801	2	80	1	1#			
	802	1	100	1				
Hitach	HO12	3	75~125	3			×	
	11C	1	75					
	不明	2	75	1	1#			
JOEL	100B	4	100	4				
Philips	EM300	5	60~100	5				
	EM200	1	80	1				
	EM201	1	80	1				
RCA	EMU3G	4	60~100	2	2	×	×	×
	4C	2	71~100		2	×		×
	3H	1	100		1	×	×	×
Siemens	1	1	80	1				×
	1A	6	80~100	5	1#			
	101	5	80~100	5	1#			
Zeiss	EM9A	1	.....	1				

\* 表示没有持续泄漏的显微镜。

) 1) 在观察时用最低和最高电压。

(2) 在照相部分和观察室以及操作台没有测得辐射。

7台连续泄漏的电子显微镜中的5台是由美国无线电公司(RCA)生产,是在75千伏或以上的电压下进行操作的,当电子显微镜高压降低到50千伏时泄漏测不到。另2台RCA显微镜均为EMU-3 G型,在50千伏时没有泄漏现象,更高电压时未作。

为了正确估价在电子显微镜X线泄漏时人员受到辐射照射的程度,必须首先知道辐射场的几何形状(如细微孔隙、路线、束宽)以及辐射进入探测器的能量分布或有效能量探测器对被测量的辐射场的能量和定向反应。辐射场的几何形状可以用胶片放在有关点上经足够时间产生辐射场的潜在显影的方法来确定。辐射场的能量分布可以用闪烁器或与多道分析器相配合的固体型探测器和单纯的衰减测量法来确定。这两个未知量一旦被测定后,一个已知其能量和定向反应的电离室则可用来估计辐射照射的程度。例如:Victoreen 440RF/C型“辐射照射量率测量系统”的能量反应校正系数,其变化

是20千电子伏有效能量时大体一致,在100千电子有效能量时则为大约0.65。如果射线束横切面小于探测器横切面,为说明射入探测器的辐射场的几何形状所需的校正系数,能从电离室的横切面(10平方厘米)与辐射场总横切面的比率而估计出一个近似值。因而,对细微孔隙泄漏来说,射线束几何形状的校正系数是非常重要的。

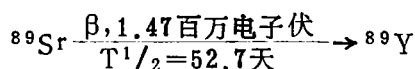
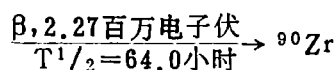
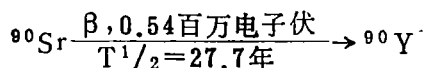
## 建 议

建议辐射防护人员或其他有关人员对所有电子显微镜,特别是用高压在50千伏以上操作的那些显微镜,进行一次甄别性质的辐射调查以确定是否有X线泄漏辐射。鉴于电子显微镜通常是由非放射工作者在非限制地点进行操作这一事实,如果探测出能危及工作人员的X线泄漏,则应采取适当措施(如设置附加屏蔽)将辐射减到可接受的限度。

(Devanney JA 和 Daniels CJ: Health Phys 30(2): 231, 1976(英文) 欧阳光明译 洪班信 蔡宏道校)

## 不作锶钙分离测定水中<sup>90</sup>锶和<sup>89</sup>锶

锶-90是需要广泛和准确督察的最重要的放射性核素之一,因此对它的测定需要一个方便而准确的方法。估计<sup>89</sup>Sr放射性水平对于追踪和记录核武器试验以及测定核装置所释放的裂变产物的年龄方面是有用的。这两种核素都是纯β辐射体,按下式衰变:



通常它们是用盖革计数器计数,而这样一来就要求源的质量很小,因此自钙分离锶是必不可少的。使用发烟硝酸的方法是达到这一

分离的最有效和最常用的。在钙与锶比例高达200:1时,应用该法可以获得满意的锶产额而同时对其它放射性核素有高度去污作用。它的最大缺点是发烟硝酸的危害性,对含钙高的样品使用发烟硝酸的量可达1立升。如用现代的液体闪烁计数器测定契连柯夫辐射,可由契连柯夫计数测定<sup>90</sup>Sr。

应用这一技术测定<sup>89</sup>Sr和<sup>90</sup>Sr有如下所述几个优点:现代的液体闪烁计数完全自动化而且非常可靠;<sup>45</sup>Ca的最大β能量低于水中的契连柯夫阈值(0.27百万电子伏),这样就没有必要从锶中分离钙,源质量可高达3.5克/20毫升;并且计数效率是高的。主要缺点是本底计数率高。必须注意到,在低放射性水平时,两种放射性核素的契连柯夫