

放射性标识物及其应用问题探讨

强永刚¹, 黄 正², 廖永华¹, 张秀萍¹

中图分类号: R143 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0463-02

【摘要】 目的 提高我国临床医生和广大群众的核放射安全文化素养。方法 追溯放射性的发现及其应用, 以及放射性标示物的形成、演变及问题。结果 从放射防护的发展简史阐述放射标识物的起源, 及 2007 年最新颁布的补充放射标识物, 指出我国放射标识物使用中存在的问题。结论 建议及时启用 IAEA 和 ISO 新颁布的补充性的标志物, 在没有废止传统电离辐射标志物之前, 宜 2 种标志物同时使用, 并侧重于补充性的标志物的使用。

【关键词】 放射标志物; 问题与建议; 安全

放射标识物 (Symbol) 指用以表达核或放射信息而规定的标志或标识物, 它可以由图形符号、安全色、边框和文字构成。放射标识物属于工作场所和公共场合安全系列的警告和提示性标志, 已经有 60 多年的使用历史, 笔者从放射防护意识形成、放射标识物的起源到应用中存在一些问题进行探讨。

1 早期放射线的应用与防护意识形成

1895 年伦琴在偶然的实验中发现了一种能穿过不同坚硬物体的“未知射线”, 这引起了全世界的震动, X 射线被发现仅半年就开始在骨骼诊断中得到应用^[1], 早期使用的 X 射线设备十分简陋 (图 1), 1896 年居里夫人又在无防护条件的实验室里开展放射性核素研究, 由于当时人们不知道放射性的损伤作用, 许多人受到了不正当的照射, 居里夫人晚年出现白内障几乎失明, 36 年后死于不明原因的“恶性贫血”。

我国的放射诊断开展的也比较早, 1896 年梁启超先生第一个把这一最新的物理学发现介绍到了中国, 当时的翻译名为“生光电一透骨像”, 上海的《万国公报》也以“光学新奇”为题报道了 X 射线发现的消息^[2,3]。1897 年 12 月苏州博习医院从美国引进了中国最早的一台 X 光诊断机, 上海嘉永轩主人在 1899 年从欧洲进口的 X 光诊断机, 曾在上海当众演示产生了较大的社会反响, 后来广州的博济医院 (1901 年), 浙江慈溪县保黎医院 (1918 年) 先后引进的 X 光诊断机并留下了 X 光机宝贵资料和图片 (见图 2)。

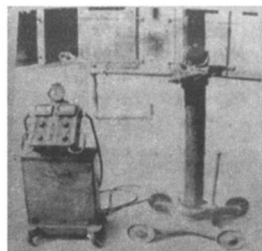
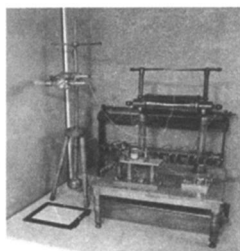


图 1 Reynolds X 射线机 (1896 年) 图 2 广州博济医院 X 射线机 (1901 年)

早期使用的 X 射线机采用热阴极气体真空玻璃管, 没有射线准直系统, 在此后十几年里的 X 射线摄影工作均没有考虑放射防护的安全问题, 放射科室多在阴暗潮湿的地下室, X 射线球管受潮经常出故障。1898 年英国伦敦皇家医院的医生 Hae-nack 和 3 名助手, 在没有任何防护的条件下开始使用 X 光机, 5 年后他们全部出现放射损伤, 其中 1 名死亡, 1 名患双手放射性

皮炎最终截肢^[4]。

虽然居里夫人当年否认放射性对她有伤害, 然而居里夫人的女儿伊雷娜·约里奥·居里继承母志从事核物理研究, 1935 年因发现人工放射性现象也获得了诺贝尔奖, 同样她的身体也受到了放射线的极大伤害, 1956 年伊雷娜死于放射性疾病, 临终前伊雷娜拉着一位年轻医生 (HP Jammet) 的手说“你能否设立一个特殊服务组, 研究和开展受到放射线照射和沾污人员的治疗”^[5]。显然居里夫人当年没有意识到放射性对人体的破坏作用, 否则应该会提醒自己的女儿, 但居里夫人的女儿却承认受到放射线的伤害。

在放射线应用的早期滥用放射线的现象比较普遍, 比如, 一些妇女将自己拍摄的 X 光片作为礼物送给友人, 欧洲和美国的一些鞋店销售商还用 X 射线照射顾客的脚步, 以确定鞋子的大小, 特别是为低龄幼儿购鞋时的照射等, 由于出现了放射线对人体的损伤和死亡, 人们开始关注放射线的防护研究。

2 放射标志物及其雏形

在意识到放射性有伤害作用后, 人们开始考虑放射线的防护问题, 1913 年德国首先成立了伦琴学会并发布了有关指南; 1928 年第一个国际组织“X 射线和镭的防护委员会”成立, 此后由于战争的原因停止了工作, 直到 1950 年才正式改名为国际放射防护委员会 (ICRP) 并重新开展工作。最早出现的放射性标识物是在 1946 年, 它是由美国加利福尼亚大学伯克利分校放射学实验室的几个年轻人涂鸦出来的^[6], 基本图案是三叶草形状 (图 3) 当时标识物图案的含义是防护具有“活性的”原子, 用于提醒自己实验室的人员“当心放射活性”。后来美国的布鲁克海文国家实验室和阿贡国家实验室的成员也参与了早期放射性标识物的颜色和形状的讨论, 第一个标识物被印刷出来为品红色三叶草图案, 背景为兰色, 选择这种颜色完全是为了醒目和个人喜好 (当时用黄色较多, 很少用兰色), 1948 年美国的橡树岭实验室把兰色背景改为黄色, 并编入了地方的法规中开始应用, 1949 年橡树岭实验室主任 Paul Aebersold 给美国国家标准局写信, 称目前有 500 多个机构从事放射性工作, 要求统一放射性标识物的符号, 并希望放射性标识物中含有“生命”的含义^[6,7]。由于 ICRP 属于非政府性国际组织, 而当时的 X 射线和镭放射防护委员会在世界大战期间停止了活动 (ICRP 的前身), 所以 ICRP 对放射性标识物没有做出开拓性的工作。

1947 年总部设在瑞士日内瓦的国际标准化组织 (ISO) 成立, 并颁布了一系列的国际性的标准, 各成员国和地区都将此标准等同转化为自己的国家标准, 1975 年 ISO 根据美国使用的放射原子标识物符号和参考了英国标准, 正式确立核能电离辐射基本标志物为三叶草形状, 背景为黄色, 三叶草形状可以为品红色、紫色或黑色 (Basic ionizing radiation symbol)^[8], 该标识

基金项目: 国家自然科学基金 (30670622), 广东省自然科学基金 (5002730)

作者单位: 1 广州医学院, 广东 广州 510182

2 美国科罗拉多大学放射肿瘤学部

作者简介: 强永刚, 男, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 医疗照射防护 Email: Yonggangqian@21.cn.com

物符号也被 ICRP组织接受,这就是目前国际上通用的传统电离辐射标志物(图 3 图 4),并一直应用到今天。



图3 “三叶草”基本图案



图4 电离辐射警告标志

3 标志物使用中的问题与建议

ISO将安全标志分为禁止标志、警告标志、指令标志和提示标志四大类型。警告标志提醒人们对周围环境引起注意,以避免可能发生危险,它由正三角形边框+图形符号组成,电离辐射标志物属于警告标志。

3.1 传统的标志物的使用及存在问题 60多年来世界各国都采用将三叶草图案放在正三角形边框内,加注本国文字的电离辐射警告标志,但在使用过程中也存在着明显的不足。比如美国城市躲避核攻击放射性落下灰的屏蔽室符号(图 5)就与传统的电离辐射基本标志图形非常相似,屏蔽室符号有箭头指示方向,该标志物是冷战时期的产物,规定为黄色和黑色背景。我国也有这种屏蔽室被称为地下防空洞,在美国这种地下屏蔽室由于长期不使用,现在一些都作为储存物品的仓库,但屏蔽室标志物符号仍然还在,所以人们看到这些相似的标志物符号已经起不到警示的作用。

传统标志物的另一个缺点是不够醒目,往往需要有放射专业知识背景才能正确理解该标志物的含义,对于广大群众存在着“误解”的可能性,比如当心电离辐射文字说明,老百姓不懂什么叫电离辐射,标志物的三叶草形状与电风扇风叶相似,对一些群体难以起到警示作用。表 1列出了我校医学影像专业和临床医学专业学生的调查数据,从表 1中可以看出,经过放射防护课程学习后,学生对电离辐射传统标志物正确识别率达到了 80%~98%,没有经过放射防护课程学习的大学生多数不能正确识别该传统标志物,对标志物图形表达的内容误解主要为:空调开放、螺旋设备、避光、轮班制等 4项。对当心电离辐射文字的含义曲解主要为:光线、电子、所有辐射和不知道等。

调查还发现选修课和必修课学生对标志物正确识别率差别较大,选修课的学生对该课程的学习不重视,考核要求画出标志物图形的正确识别率仅为 80%,明显低于专业课(98%)的成绩,提示医学辐射防护学课程进入高校应该以必修课的形式开设。

表 1 医学生对传统标志物正确识别率与错误类型分析

专业	调查人数	正确识别率	识别错误分类	
			标志图形	电离辐射文字
医学影像	152	必修课		
		课前调查	空调开放	指光线
		课后考核	24h轮班	指电子
		12% 98%		
临床医学	120	选修课		
		课前调查	避光	所有辐射
		课后考核	螺旋设备	不知道
		2% 80%		

注:正确识别率指课程结束时考核(试)要求画出标志物的图形和标注文字

这些问题正如 IAEA辐射安全专家 Carolyn MacKenzie女士在对补充标志物的解释中所说^[9,10]:世界上每年都有许多人由于不认识标志物符号而误将放射性容器打开,造成放射伤害和死亡的案例,IAEA专家的调查中曾将传统标志物带到中小学校让学生辨认,孩子们普遍认为它是常见的螺旋桨符号,学生

们不怕这种标志物,IAEA承认在世界上的许多国家也一样存在着标志物不够醒目和容易误解的缺陷。

3.2 新的补充标志物与建议 IAEA一直致力于对应用多年的标志物做出修改和补充,2003年提出了一个补充性的标志物,补充性的标志物的特点是用易懂的符号替代文字注释等信息,使具有不同国籍、语言和文化背景的人员能够懂得标志物所要表达的内容。补充标识物在 11个国家 5年的试用中,发现对不同职业、性别、年龄、教育背景的人都能够确保“放射危险—远离”信息清楚无误的得到传递。

2007年 IAEA和 ISO正式颁布了这个补充标志^[11](图 6),但并没有废除以前的传统标志物,补充标志由三叶草图案放射线、人头颅骨、交叉股骨、跑动的人体 5部分组成,按照 ISO要求框在黑色三角型图案之中,标志的背景为红色,人头颅骨、交叉股骨、跑动的人体均为黑色,放射线为白色。它的目的是警示来自任何地点将受到放射源潜在危险的人们“你已经接近了危险的边缘,勿打开、勿靠近”,迅速远离该区域,减少大型放射源事故性照射引起的不必要死亡和严重伤害。



图5 躲避核攻击屏蔽室符号



图6 电离辐射警告补充标志

我们在放射危险标志物的使用过程中发现,我国颁布的放射警告标志物也同样存在着宣传不到位,容易误解的不足。图 4中“当心电离辐射”的中文警示文字,由于受到专业和文化背景的限制,老百姓很难理解它的真正含义,就是具有大学文化程度的其他专业人员也难于准确理解“电离辐射”的文字确切内涵。调查发现我国学生对图形符号主要误解为空调开放、螺旋设备、避光、轮班制等 4项(表 1),标志物中三叶草图案也过于“斯文”,缺少一种提示危险地带(或危险区域)的紧急状态的远离信息,我国发生的多启放射源被盜事故中,储存放射源的铅防护容器表面均标注有该三叶草基本图案,但大多没有起到“发布和警示”信息的提示作用,目前的放射危险标志物难以起到快速传递、警示和远离放射源的有效信息。

4 建议

(1)应当及时启用 IAEA和 ISO新颁布的补充性的标志物,在国际组织还没有废止传统电离辐射标志物之前,宜 2种标志物同时使用,并侧重于补充性的标志物的使用。

(2)标志物中的中文警示文字“当心电离辐射”应当考虑更改为“当心放射性”,使其通俗易懂,与联合国和我国的“危险货物运输包装标志”标准 GB190—1990等表示方法相一致(图 7~8)。



图7 放射性危险货物运输包装标志



图8 其他辐射警告标志

某铁路集装箱安检系统职业病危害放射防护预评价

张钦富, 刘 成

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2008)04—0465—02

【摘要】 目的 对某铁路集装箱安检系统进行职业病危害放射防护预评价,保障放射工作人员和公众的健康与安全。方法 依据国家法律法规和技术标准进行评价。结果 该安检系统的屏蔽设计和防护设施符合国家法规和标准的要求。结论 正当使用该安检系统,能够保障放射工作人员和公众的健康与安全。
【关键词】 安全检查; 职业病危害; 放射防护; 预评价

为提高铁路货物运输安全检查手段的科技水平,某公司在郑州东站集装箱货场安装铁路货物安检系统。根据《中华人民共和国职业病防治法》的要求,建设单位委托我所编制“某铁路货物安检系统建设项目职业病危害放射防护预评价报告书”,现将结果报告如下。

- 1 概述
- 1.1 评价目的 保障放射工作人员和公众的健康与安全;为卫生行政部门提供技术依据。
- 1.2 评价范围 ①区域范围:安检系统安装现场及周围环境;②辐射防护与安全措施范围:安检系统的辐射防护设施、安全管理措施及应急响应;③人员范围:安检系统放射工作人员及周围公众的健康与安全。
- 1.3 评价内容 建设项目中的辐射源项;安检系统辐射防护设施和防护设计;工作场所辐射防护监测计划、个人剂量监测计划及放射工作人员的健康监护计划;安全操作规程制度、管理措施和应急预案。
- 1.4 评价依据 根据国家法律法规和技术标准及建设单位提供的技术资料进行评价,其主要的评价依据见参考文献[1—5]。
- 1.5 评价目标 ①放射工作人员的年有效剂量约束在 5mSv以下,公众的年有效剂量约束在 0.25mSv以下;②臭氧和氮氧化物等有害气体的浓度低于国家规定的标准;③安检系统拟采取的辐射安全设施符合多重性、独立性的原则,可有效预防人员误照等潜在照射的发生;④有完整的个人剂量监测、放射工作场所监测和放射人员健康监护计划;⑤有完善的辐射防护管

- 理规章制度和事故应急预案。
- 2 建设项目概况及工程分析
- 2.1 建设项目位置及建设规模 建设项目位于郑州铁路东站的陇海铁路干线上,交通十分方便。建设项目南面 50m是综合办公楼,西面是集装箱车辆通道,东面是货三线站台,北面约 100m是郑州东站入口。安检系统检查通道宽度约为 5m,长约 2×25m,以射线束中心轴对称布局,每翼防护墙区 8.5m,护栏区 16.5m,总建筑面积约 500m²。
- 2.2 建设项目场区及周围环境辐射本底水平 经河南省职业病防治研究所监测,该建设项目场区及周围环境辐射本底水平为 0.04μGy/h~0.07μGy/h,其本底辐射水平在郑州地区的本底辐射范围内。
- 2.3 安检系统辐射防护管理区域的划分 加速器室和检查通道为辐射控制区;两翼护栏区域为辐射监督区。
- 2.4 系统工作流程
- 2.4.1 安检系统组成 安检系统的功能设备主要包括:①加速器分系统:可以受控产生 X射线脉冲;②探测器分系统:将透过被检物体的 X射线脉冲转化成电信号;③图像获取装置:把探测器输出的电信号转换成图像信息;④扫描控制分系统:控制扫描过程和安全联锁装置,是连接各个分系统的接口中心;⑤扫描装置分系统:承载 X射线成像系统;⑥拖动装置分系统:用于拖动被检车辆通过扫描区域,实现快速不开箱检查;⑦运行检查分系统:检查货物图像,管理与系统运行及图像检查有关的所有数据和信息,是安检系统的数据与图像处理核心;⑧辐射防护设施:保护有关人员免受辐射伤害,并为系统提供一个相对封闭的运行空间。
- 2.4.2 工作流程 ①被检集装箱车开到检查通道入口处的指

作者单位:河南省职业病防治研究所,河南 郑州 450052
作者简介:张钦富(1964—),男,,河南郸城人,主任医师,从事放射防护工作。

- (3)禁止仅有“三叶草”符号而无加注任何文字警示的非规范标志物使用(防止误解)。
- (4)标志物必须醒目,安放的位置合理,长期使用的标志物应当经常油漆,褪色和颜色不明显的标志物不得使用。
- (5)在社区和各级教育机构广大公众中普及辐射安全防护知识,辐射防护学课程必须进入医学院校和进入课堂,提高我国临床医生和人民群众的核放射安全文化素养,减少不必要事故的发生。

参考文献:

[1] 英国伦敦科学博物馆. <http://www.scienceuseum.org.uk/online/mmww/index.asp>

[2] 邓绍根. 中国第一台 X光诊断机的引进[J]. 中华医史杂志, 2002 32(2): 99—101.

[3] 戴吾三. 1897年苏州博习医院引入简易 X光机[J]. 中国科技史料, 2002 23(3): 224—227

[4] AdrianMK, ThomasMB. One hundred years of medical radiology (http://www.bshr.org.uk/hml/100_years.html).

[5] 谢滋. ICRP访华团座谈会记录(H.P.Jammet讲话)[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1981 1(增刊): 42—50

[6] StephensLD, BarrettRA. Brief history of a “20 th Century Danger Sign”[J]. Health Phys 1979 36(5): 565—571.

[7] RyanMT, FairME. The radiation warning symbol[J]. Health Phys 1981 41(2): 416—417

[8] ISQ. Nuclear energy basic symbol for signifying ionizing radiation[J]. ISO—361—1975

[9] Special Reports. New Scientist 24. 2007(23) February

[10] IAEA网页 (<http://www.iaea.org/NewsCenter/Multimedia/Videos/NewRadiationSymbol/>).

[11] ISQ. Ionizing—radiation warning—Supplementary symbol [J]. ISO21482 2007