

## 监测与评价

广东省电离辐射与射线装置的环境影响  
评价报告

舒生辉

(广东建设职业技术学院,广东 广州,510450)

摘要:广东省放射源表现出应用领域广、分布不平衡、品种类型多、废源数量大等特点。介绍了广东省开放型同位素使用情况和射线装置类型,建议通过全民动员、协同管理,共同监督等方式做好放射性污染防治工作。

关键词:电磁辐射;辐射现状;射线装置;辐射防护;效果展望

中图分类号:X82 文献标识码:B 文章编号:1006-8759(2018)03-0050-04

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REPORT OF  
IONIZING RADIATION AND RADIAL APPARATUS IN  
GUANGDONG PROVINCE

SHU Sheng-hui

*(Guangdong Construction Polytechnic College, Guangzhou 510450, China)*

**Abstract:** The radioactive sources in Guangdong Province have the characteristics of wide application fields, unbalance distribution, wide variety, and large amount. The open isotopes usage and radial apparatus in Guangdong Province were introduced. Suggestions regarding improving radiation protection through civil mobilization, collaborative management and synchronized supervision were proposed.

**Key words:** Ionizing Radiation; Status of Radiation; Radial Apparatus; Radiation Protection.

电离辐射,其全称是致电离辐射,就是通过与物质的相互作用能够直接或间接地使物质的原子、分子电离的辐射。电离是需要消耗能量的,不同原子的电离需要的能量不同。一种辐射,譬如低能光子,在一种介质中可以是致电离辐射,在另一种介质中可能就不是,因此,对电离辐射的范围,应选一个截止能量值,在此能量以下,可以认为此辐射是非电离的;而能量截止值的选定应依情况而定,例如对于放射生物学适的值,大约为 10eV。以此值为界,远紫外辐射以及波长更大的紫外光、可见光、红外光、无线电波等辐射都属于非电离辐射;而 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 等所有核辐射,都属于电离辐射。这些核辐射与物质相互作用,结果都是电离,以后又

转化为热。各种辐射之间的区别,不在于它们的产物,而在于电离的分布。

电磁辐射是由空间共同移送的电能量和磁能量所组成,而该能量是由电荷移动所产生;举例说,正在发射讯号的射频天线所发出的移动电荷,便会产生电磁能量。电磁"频谱"包括形形色色的电磁辐射,从极低频的电磁辐射至极高频的电磁辐射。两者之间还有无线电波、微波、红外线、可见光和紫外光等。电磁频谱中射频部分的一般定义,是指频率约由 3 千赫至 300 吉赫的辐射。电磁辐射所衍生的能量,取决于频率的高低-频率愈高,能量愈大。频率极高的 X 光和伽玛射线可产生较大的能量,能够破坏合成人体组织的分子。事实上,X 光和伽玛射线的能量之巨,足以令原子和分子电离化,故被列为"电离"辐射。这两种射线虽

具医学用途,但照射过量将会损害健康。X光和伽玛射线所产生的电磁能量,有别于射频发射装置所产生的电磁能量。射频装置的电磁能量属于频谱中频率较低的那一端,不能破解把分子紧扣在一起的化学键,故被列为“非电离”辐射<sup>[1]</sup>。

## 1 中国电磁辐射现状

近二十年来,随着我国科学技术进步和社会经济的迅速发展,各种电子、电力设备和设施大量出现在人们的日常生活和工作中。但是,随之而来的电磁辐射污染问题也日益严重<sup>[2]</sup>。

据国家环保部在全国30个省、直辖市进行的环境电磁辐射污染调查显示,我国目前环境中人为电磁辐射不断增强的主要原因是:广播电视发射设备的增多、功率的增大;通信发射设备的普及和频繁使用;工业、科研、医疗应用中高频用电设备的增加;电力部门高压输电线路的发展;交通运输的电气化。据统计,目前全国广播电视发射设备有1万多台,总功率超过13万kw;而工业、科研、医疗等高频设备近1.5万台,合计功率达250万kw;移动通信设备的发展更是迅速,在过去几年的时间里手机用户数量猛增,到2017年9月底,我国互联网宽带接入端口数量达7.62亿个,移动通信基站超过604万个。

## 2 我国电磁辐射管理

### 2.1 基本原则

保护人体健康、维护生态环境、推动技术进步(提供性能更好、更安全的产品)、促进经济发展(加快产业发展、促进世界经济贸易往来)

### 2.2 最终目的

实现社会可持续发展

### 2.3 政府部门职责

卫生部、国家质量技术监督局、国家环境保护总局、信息产业部、交通部、铁道部、电力联合会等电磁辐射对人体健康影响相关政策、标准的制定以及监督管理、发布相关国家标准、负责国家相关政策、标准在各行业的具体执行,电磁辐射对环境和生态影响相关政策、标准的制定以及监督管理。

### 2.4 相关法律、法规、规范性文件和国家标准

法律、法规、规范性文件《中华人民共和国环境保护法》(全国人大2015年)、《中华人民共和国劳动法》、《建设项目环境保护管理条例》(国务院

2017年)、《电磁辐射环境保护管理办法》(环保部2016年)、国家标准《环境电磁波卫生标准》(卫生部1987年)、《电磁辐射防护规定》(环保部1988年)、《作业场所微波辐射卫生标准》(卫生部2017年)、《作业场所超高频辐射卫生标准》(卫生部1989年)。这些法律、法规、规范性文件和国家标准的颁布实施,对保护电磁辐射接触作业人员和公众的健康安全、促进相关产业的良性发展,起到了积极作用。

## 3 广东省辐射现状与放射源的调查

### 3.1 全省放射源基本情况<sup>[4]</sup>

我省自上世纪50年代开始使用放射源,到目前为止已成为全国的放射源应用大省。根据2002年全省辐射污染源调查的数据(由于历史和管理体制等原因,难以完全统计),全省现有放射源应用单位837家,使用各类放射源总数为2564枚(未统计核工业军工系统和部队系统用源),约占全国放射源总数的5.1%(全国放射源总数约5万枚);总活度约7.77 10<sup>16</sup> 贝可(约210万居里),约占全国放射源总活度(1850万居里)的11.3%,其中在用放射源约1311枚,约占全省总源数的51.1%,废放射源和停用放射源总数约1253枚(已收贮101枚入城市放射性废物库),从全省放射源现状调查资料看,表现出应用领域广、分布不平衡、品种类型多、废源数量大的特点。

#### 3.1.1 放射源应用领域广

我省放射源应用十分广泛,放射源主要应用领域有:建材、造纸、钢铁、机械、医疗、电力、石油、化工、公路、塑料、酿造、水利、地质勘探、辐照加工、高等院校和科研等行业、部门和单位,其中装源活度最大的是辐照加工业,广州市辐照加工中心一套装置现活度就高达2.2 10<sup>16</sup> 贝可(60万居里)。深圳金鹏源辐照加工中心累计装源量高达5.91 10<sup>16</sup> 贝可(159万居里),现实活度在90万居里左右。

#### 3.1.2 放射源分布不平衡

放射源在各地应用极不平衡,从应用单位数量来看,最少的仅有2家/市,最多的达到178家/市;从放射源的应用数量来看,最少的3枚/市,占全省放射源总量的0.15%,最多的841枚/市,占全省放射源总量的32.8%;从废放射源和停用、闲置源来看,最多的达到424枚/市,占全省废放

射源和停用放射源总数的 33.9 %。

### 3.1.3 放射源品种、类型多

据 2012 年统计,广东省放射源品种类型有  $^{137}\text{Cs}$  (铯)、 $^{60}\text{Co}$  (钴)、 $^{241}\text{Am}$  (镅)、 $^{90}\text{Sr}$  (锶)、 $^{85}\text{Kr}$  (氪)、 $^{226}\text{Ra}$  (镭)、 $^{131}\text{Ba}$  (钡)、 $^{239}\text{Pu}$  (钚)、 $^{63}\text{Ni}$  (镍) 等 20 余种。其中最常用的是  $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{241}\text{Am}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 。主要用在料位测量、湿密度测量、纸厚测量、地质勘探、辐照加工等方面。

### 3.1.4 废源、闲置源数量大

产生废放射源(即不打算或不能用于其初始目的密封放射源)的原因主要有以下几种:一是放射源本身衰变以致不再具有原来的使用价值;二是科技进步采用新方法或其它放射源替代原有的放射源,三是一些单位改组、改造、改革中停产、倒闭、兼并使放射源处于闲置和报废状态,四是放射源破损以至不适合使用等等<sup>[3]</sup>。

我省现有未收贮废源(包括停用、闲置放射源)多达 1 152 枚。其中深圳市 340 枚(妈湾电厂 168 枚),广州市 834 枚(广州测试分析研究所 287 枚),韶关市 210 枚(韶关矿冶研究所 159 枚)。废放射源和停用闲置放射源分布在各行各业,从大型集团、外资企业到民营村办企业,有效益好的企业,也有经营不善濒临倒闭企业,有科研院所也有地勘、医疗单位等。另外,还存在少量档案不清楚、无人保管的所谓“无主源”或“孤儿源”,有资料显示:这些源极个别已流失到环境中,对环境和公众的威胁最大。

## 4 开放型同位素使用情况

### 4.1 医疗机构核医学科同位素应用概况

我省是国内核医学最为发达的地区之一,根据 2012 年辐射污染源调查统计结果,在全省医疗系统中设置核医学或同位素科(室)的医院约有 59 家(尚不包括从事放射免疫分析的医疗单位),属于地方卫生系统的有 46 家,其余的为部队医院,其中 37 家医院有 SRECT 等。其供货渠道为北京原子能院、中国同位素公司、成都高通公司设在广州、深圳的几个药品分装点(俗称“奶站”)。全省有 29 个核医学科还有  $^{90}\text{Sr}$  密封型敷贴器用于照射治疗血管瘤,顽固性皮肤病等,放射性活度(按出厂时算)一般在 20~50mCi 之间不等,半衰期为 28.8 年。

### 4.2 他行业开放型同位素使用情况

除医疗机构外,开放型同位素操作场所还有火灾烟感报警源( $^{241}\text{Am}$ )的生产(深圳西卡姆同位素公司年放射性核素操作量约 50 居里、每年生产约 2000 万个源;东莞发利达厂每年生产成品约 1000 万件)、原子示踪剂(主要是 H-3、I-125 等)的应用(主要为药品研发机构和科研院所)等,每年放射性固体废物产生量约 300~500 kg。

## 5 射线装置类

我省现有电子加速器 35 台,除一台回形加速器外,其余均为直线加速器。其中医疗系统 18 台(能量为 6~15Mev),海关系统 4 台(能量为 8~9Mev),其他 13 台为工业用加速器,主要在电线电缆和塑料加工行业(能量一般小于 5Mev)。

我省现没有中子发生器。

考虑到《放射性污染防治法》对管理权限的调整,对 X 光机没有作更详细的统计。但粗略统计总数超过 4 000 台,主要分布在医疗、海关、交通等行业以及部分企业的质检部门。

## 6 辐射防护的措施与想要达到的效果展望

WHO 国际癌症研究机构(IARC)及 WHO 专题工作组对极低频电磁场(高压线、核磁共振、电气化铁路、电焊、电动缝纫等极低频电磁场的预防建议)的建议:WHO 国际癌症研究机构(IARC)及 WHO 专题工作组经评估认为极低频(>0 Hz-100 kHz)磁场与儿童白血病及脑癌有关,当工频(50/60 Hz)磁场暴露强度超过  $0.3\mu\text{T}$  或  $0.4\mu\text{T}$  时儿童白血病的患病风险增加 2 倍,据 WHO 统计显示约 1%~4% 的儿童长期暴露于强度大于  $0.3\mu\text{T}$  的工频磁场环境。虽然人群流行病学资料及实验室研究资料尚不能证明工频磁场与儿童白血病存在因果关系,WHO 在其新出版的环境健康标准极低频电磁场专论中强调,尽管低强度环境电磁辐射生物学效应机制尚未阐明,但不能就此排除低强度环境电磁辐射能够产生有害的健康影响。同时由于电磁辐射无所不在,几乎世界上的每一个人都暴露于电磁辐射,因而即便其对人类健康影响十分轻微,也将会对人类的公共卫生产生巨大的冲击;如果其中某种健康影响是不可逆的(如肿瘤),那么其所造成的经济健康损失必将是沉痛的<sup>[5]</sup>。

WHO 认为应当采取适当措施防止极低频电场

和磁场对公众产生已知的健康危害,鉴于电磁辐射健康影响研究存在一定的科学不确定性,WHO认为各国在制订电磁辐射预防策略时应当综合考虑电力行业对社会和经济的巨大贡献,应当采用低成本的预防措施,而不应当主观臆断的将暴露限值降低到不符合科学规律的程度。(以下内容译自WHO环境健康标准专论-极低频电磁场)WHO建议如下:

各国决策者应当为公众及职业暴露人群制订极低频电场和磁场暴露指南;国际暴露指南是最好的暴露指南;

决策者应当制订极低频电磁场防护规划,对各种发射源的电磁辐射进行检测,从而确保公众及职业暴露人群的暴露水平不超过暴露限值;

在不影响健康效益、社会效益及电力行业的经济利益前提下,采取低成本措施合情合理的预防极低频电场和磁场暴露;

决策者、社区规划者及生产商在新建电力设施及设计新型电力设备(包括电器在内)时应当采取低成本的措施预防极低频电场和磁场暴露;

如果能产生其他额外的效益(如增加安全性)、或不需要增加成本或成本很低时,可以考虑改变现有工艺以降低设备或设施的极低频电磁场暴露水平;

在考虑改变现有的极低频电磁场发射源时,应当对安全性、可靠性和经济效益进行综合考虑;地方政府应当加强网线管理,在新建电力设施或对现有的电力设施进行线路改造时应当减少非故意地面电流,确保安全;以前瞻性措施防范违反网线管理规定行为或判断现存的网线管理问题是代价昂贵的,可能也是不合理的;

国家管理部门应当采用有效的、互动交流的公开策略使所有业主参与从而形成明智的决策;这一策略应当包括如何减少各业主自身暴露水平的内容;

地方政府应当改善极低频电磁场发射设施的规划,在为大型极低频电磁场发射源选址时应当由企业、地方政府和公众进行良好的协商;

政府和企业都应当促进电磁辐射研究,减少极低频电磁场暴露健康影响的科学不确定性。

总的来说,放射性污染作为环境污染的一种独特污染方式,正逐渐为世人所了解;它对人类生存环境和公众健康所造成的威胁,亦日益为世人所重视。我国核能与核技术的不断开发利用对维护国防安全、促进国民经济和社会发展,增强我国综合国力等方面起到巨大的推动作用,与此同时,由此而产生的辐射安全与放射性污染的防治问题也越来越突出。加强放射性污染的防治工作,加强对放射性物质的严格监控管理,消除核能与核技术应用中存在的安全隐患,是摆在环保、卫生、公安及相关部门工作人员面前一件十分紧迫的任务,它直接关系到国家的安危、公众的安全和社会的稳定。

放射性污染防治及其监督管理工作是一项长期而又艰巨的工作,它固然是环保部门理应负责的一项专项工作,更是一桩直接影响到人类的生存环境和生命安全的大事,仅靠有限的专业人员要想担负起这项艰巨的任务,是远远不够,也是非常不现实的。必须依靠具有放射性污染防治基本知识的高素质民众,因此需要广大民众的积极参与。只有全民动员,协同管理,共同监督,才能从根本上防微杜渐,防患于未然。

## 参考文献

- [1] 潘自强.电离辐射环境监测与评价.原子能出版社,2007.12.
- [2] 罗上庚.放射性废物概论[M].北京:原子能出版社,2003.
- [3] 刘森林,王红艳.第四次全国核应急工作讨论会论文汇编[G].成都,2006.4.
- [4] 广东省电离辐射污染源调查.2002.
- [5] 外照射测量质量保证小组(执笔人:岳清宇),全国环境天然放射性水平调查外照射测量的质量保证[J].辐射防护,1995,15.