

核医学科放射性污水池防护设计

郭进瑞, 金益和, 陈新弟, 赖苏克

中图分类号: R817.33 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2009)01-0089-01

【摘要】 目的 设计核医学科的专用放射性污水池(衰变池)。方法 根据核医学诊疗所使用的放射性核素种类及其废液和其他污水排放量,并按放射性废液排放限值要求,设计放射性污水池的结构和容积,同时避免使用繁复的数学计算过程。结果 以福建省某医院核医学科为例,设计总容积为 40m³为三级分隔的放射性污水衰变池。结论 核医学科排放的放射性废液及污水,流经三级结构的衰变池后,满足国家标准排放要求。

【关键词】 核医学;放射性污水池;防护设计

核医学领域中的放射性废液主要是患者和受检者的排泄物(包括呕吐物)、放射性药物(试剂)的残留液、放射性器皿及放射性工作人员的洗涤液等。这些废液会随污水排入医院的水道系统,再排放到院外而污染环境。尤其是甲状腺疾患治疗者用药后第 2~10d 医院总排放口污水中 ¹³¹I 浓度,可能超过国家标准的限值。因此,核医学单位的放射性废水管理是不可忽视的。

按照国家有关规定,核医学诊疗产生的放射性废液及患者的放射性排泄物应单独收集^[1]。同时凡 I 级工作场所和开展放射药物治疗的核医学单位应设有放射性污水池(即放射性衰变池,以下简称衰变池),以存放放射性污水直至符合排放要求^[2]。为了给医院的核医学的发展和排放标准的变化留下一定的安全空间,在条件许可的条件下,凡开展核医学的诊疗单位可设置衰变池。笔者以福建省某医院为例,简单介绍放射性污水池的设计方法。

1 设计原则

衰变池的结构和容积必须保证核医学科所排放的放射性废液,经衰变池后满足主管部门的排放标准,可直接排入普通公用下水道。为此,衰变池的设计应满足以下原则:

(1)放射性废液至少应贮存 10 个半衰期后,才可随污水排入普通公用下水道^[3];

(2)每月排放的总活度不超过 10ALM_{in}放射性工作人员对核素的年摄入量最低限值 ALM_{in}是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者^[4];

(3)每一次排放的活度不超过 1ALM_{in}^[4]。

2 计算方法与过程

目前,对于国内一般开展核医学诊疗的医院而言,衰变池只要对 ¹³¹I 能满足上述设计原则,对其他的放射性药物(试剂)也基本可以满足并有很大的安全系数,因此大多以 ¹³¹I 的排放为对象进行核医学衰变池放射防护设计。下面就以 ¹³¹I 排放为例,具体计算衰变池的设计过程。

2.1 计算 ¹³¹I ALM_{in}值

(1)根据 GB18871-2002 计算:放射性核素 I 的年摄入量限值(I_{IL})计算公式^[4]:

$$I_{IL} = D_L / e_j$$

式中: D_L 相应的有效剂量的年剂量限值, mSv (其中:公众为 1mSv 职业人群为 20mSv); e_j 核素 I 的单位摄入量所致的待积有效剂量的相应值, Sv·Bq⁻¹。

查 GB18871-2002 表 B3 ¹³¹I 吸入 e_j 为 7.6×10⁻⁹, e_j(g)_{5μm} 为 1.1×10⁻⁸; 食入 e_j(g) 为 2.2×10⁻⁸。由此可得, ¹³¹I 的职业人群的 ALM_{in} 为:

$$ALM_{in} = D_L / e_j = 1 \text{ mSv} / 2.2 \times 10^{-8} \text{ Sv} \cdot \text{Bq}^{-1} = 4.54 \times 10^4 \text{ Bq}$$

最后可计算, ¹³¹I 每月排放的总活度限值: 10ALM_{in} = 4.54×10⁵ Bq

(2)根据查 GBZ133-2002 表 B1^[3], ¹³¹I 的 ALM_{in} 为 1×10⁶ Bq 由此可算出,

¹³¹I 每月排放的总活度限值 10ALM_{in} 为 1×10⁷ Bq

从上述两各方法计算所得 ¹³¹I 的 ALM_{in} 有不同的结果,从偏安全考虑,我们采用根据 GB18871-2002 的计算值,即 ¹³¹I 每月排放的总活度和一次排放分别不能超过 4.54×10⁵ Bq 和 4.54×10⁴ Bq

2.2 每月排放 ¹³¹I 衰变至 10 ALM_{in} 所需时间 计算的基本假设: ①每名甲状腺癌病人 ¹³¹I 治疗最大用量: 7.4×10⁹ Bq ②病人出院时体内残留 ¹³¹I 携带量限值^[2]: 400MBq (4×10⁹ Bq); ③病人一般住院 8d 中, ¹³¹I 从尿中排出量约为给药量的 66%^[5]; ④病房设有 2 张病床,为计算方便,每月最多收治 4 名病人假设同一天用药。

因此,每月 4 名病人住院期间总排放 ¹³¹I 活度为 1.95×10¹⁰ Bq 其排泄物衰变至 10ALM_{in} 约需 15.4 物理半衰期 (T_{1/2} = 8.04d) 即 124d

2.3 衰变池总容积 该核医学科平均每天有 40 人次排放至衰变池,加之其他用水排放约每人 5L,平均每天排放至衰变池的废液约 200L。由此可算得能容纳 124d 污水的衰变池总容积为 24.8m³,考虑到病人入院 ¹³¹I 核素的排放与衰变是随时间变化的动态过程,并留有一定安全系数,实际设计总容积可为 40m³。

2.4 衰变池结构 同样,考虑到 ¹³¹I 核素的排入到衰变池是与时间变化的动态过程,为了使衰变池的物理结构更加符合污水排入、流动、核素衰变的动态过程,将衰变池设计为三级连续式衰变池,每池容积约为 16m³。考虑有生活粪便污水一并排出,在衰变池前设置化粪池,有效容积为 20m³,用以沉淀消化固形物,其所含的放射性也得以衰减并防止固形物进入衰变池,衰变池必须恰当选址,池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性,应有防止泄漏措施^[3],池盖与废水液面应有 20cm 的距离,衰变池盖板的砼厚度不小于 30cm。图 1 为放射性污水池(衰变池)结构示意图。

3 讨论

(1)放射性污水从排入到排出,放射性物质在污水池衰变等因素都是随时间变化的复杂动态过程,精确计算将需要很多可变的数学参数,计算过程极其复杂而且也不一定准确。我们

“军事防护医学”(二)——广义防化医学简论

孙华斌

中图分类号: R811 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2009)01-0090-01

【摘要】 目的 提出建立“广义防化医学”。方法 基于平战结合和军民结合的原则, 强调基础(毒理学基础)、实用(实际承担卫生防护工作)和发展(化学事故、化学恐怖袭击医学应急)。结果 “广义防化医学”以传统防化医学为核心内容, 既包括军事职业卫生中有害毒物的防护内容, 又包含与化学武器相关的高新技术武器防护和化学事故、化学恐怖袭击医学应急救援的内容。结论 做到平时开展军事职业有害毒物卫生防护工作, 战时完成化学武器损伤卫勤保障, 应急时执行化学事故、化学恐怖袭击医学应急救援。与时俱进形成适应形势和需要的完整的广义防化医学体系, 成为“军事防护医学”的三个主要组成部分之一。

【关键词】 防化医学; 军事职业卫生; 化学事故; 化学恐怖

不平凡, 2003年, 中国发生许多令人难忘的重大公共卫生事件: SARS非典事件、齐齐哈尔 8.4芥子气中毒事件和川东天然气 H_2S 中毒事件。实质上这些公共卫生事件均可看作防化医学事件, 可以称“2003年为中国防化医学事件年”。这一方面表明科技、经济进步的同时也暴露出现代社会复杂系统的脆弱性, 因失误和事故造成化学中毒的突发事件难以避免, 随时都可能发生化学灾害事件; 另既方面也表明防化医学在现代社会中占据越来越重要地位。这要求防化医学既要走出军事医学的象牙塔, 平战结合和军民结合, 向社会普及防化医学知识, 又要与时俱进拓展内容适应社会的需求, 给防化医学提出里了新的机遇和挑战。

从国际上看, 个别大国推行单边主义政策, 发达国家与发展中国家军事实力的差距及非对称性对抗日益明显, 各种恐怖活动日益成为当今世界重要的政治、经济、社会和军事问题, 成为现代战争的新形式。科技的发展使化学武器制造和扩散越来越容易, 使化学武器作为恐怖行动武器成为可能, 使得有“穷国原子弹”之称的化学武器成为一些弱小国家、组织与高技术常规武器抗衡的最经济有效的手段。1960年以来全世界发生化学和生物恐怖事件 120余起, 其中较典型的如: 1995年日本奥姆真理教所制造的致使 5 500余人中毒、12人死亡的东京地铁沙林毒剂事件。另外, 恐怖还可能袭击民用化学设施, 造成严重灾难, 形成另一种形式的化学战——亚化学战。

作者单位: 济南军区疾病预防控制中心, 山东 济南 250014
作者简介: 孙华斌(1964~), 男, 研究员, 理学硕士, 从事军事防护医学研究和监督管理工作。

把其作简单化的静态处理, 然后计算结果给以一倍安全系数, 再将衰变池分隔模拟动态变化过程, 使整个设计过程变得简化而实用。

世界各国普遍重视和加强化学武器及其医学防护的研究。严峻的国际形势要求我们加强防化医学研究, 同时需要与时俱进拓展防化医学内容, 适应形势和任务的需求^[1, 2]。

为适应有中国特色的新军事变革进行的军队编制体制的调整, 各军兵种、各军区(战区)成立的疾病预防控制中心, 中心设立卫生防护机构除承担核、化武器损伤的医学防护外, 还承担军事职业卫生防护、核化事故、核化恐怖袭击医学应急救援工作, 也需要拓展传统的防化医学内容, 建立“广义防化医学”^[3]。

当代中国科学技术史证明建立统一的新学科有利于保留人才和提高技术, 学科建设可提供更高的技术平台有利于更好完成职能任务, 这也是具有中国特色的科学技术发展道路。

总之, 建立“广义防化医学”, 既能满足当前形势和现实职能工作的迫切需求, 又具有重要的学术意义和实用价值。

“广义防化医学”可定义为: 研究化学战剂、军事毒物、军事作业环境毒物及化学事故、化学恐怖袭击毒物的侦、检、消、防、诊、救、治的军事医学分支学科。简言之, “广义防化医学”研究化学战剂及军事相关化学毒物的侦、检、消、防、诊、救、治的军事医学分支学科。

从上述定义可看出: “广义防化医学”以毒理学为基础; 以战时传统防化医学为核心内容; 兼顾平时军事职业卫生中化学有害因素的卫生防护内容; 包括应急时化学事故、化学恐怖袭击的应急医学及与化学武器相关的高新技术武器的卫生防护内容。这样形成的平战结合、军民结合的学科体系, 达到了强调基础(毒理学基础)、实用(实际承担卫生防护工作)和发展

(2)多年来, 我们采用上述设计方法, 设计了多家医院核学科的衰变池, 到目前为止, 尚未有有关环境监管部门对排放提出异议, 因此, 从实践结果来看, 这样设计方法也是可行的。

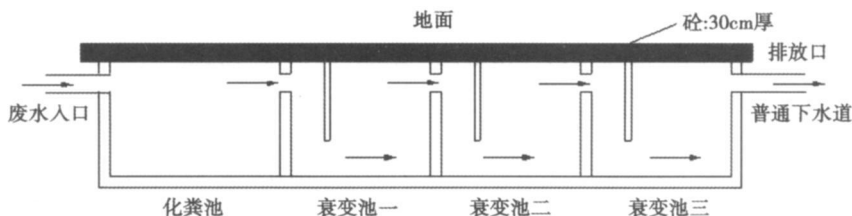


图 1 放射性污水池(衰变池)结构示意图

参考文献:

- [1] 卫生部令第 46号, 放射诊疗管理规定[S].
- [2] GBZ 20-2006 临床核医学放射卫生防护标准[S].
- [3] GBZ 33-2002 医用放射性废物管理卫生防护标准[S].

- [4] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].
- [5] 李德平、潘自强主编. 辐射防护手册(第三分册). 辐射安全[M]. 北京: 原子能出版社, 1990 3

(收稿日期: 2008-07-28)