

放射性同位素实验室污水处理工艺设计原理

何静波 王守正 王今维 易永生 (中国科学院昆明植物研究所)

为了实现科学技术现代化,把核技术应用到植物学研究领域中来。八十年代初期,昆明植物研究所开始筹建放射性同位素实验室。由于放射性污物、污水能对环境造成严重的污染,因此必须有可靠的安全措施才能建造同位素实验室。而昆明植物所座落在元宝山上,地处黑龙潭风景区和水源附近,又无专门的下水系统。筹建的同位素实验室所使用的同位素多为长半衰期,如 C^{14} , H^3 等。半衰期最长的达五千多年,如果这些放射性物质扩散到周围环境中,将造成永久性的污染。同位素实验室每天排出的放射性污水约10升,日积月累,排出污水的数量就相当大了。因此,对大量的放射性污水必须有妥善的处理措施。

我们提出了不外排式的放射污水处理系统,向省卫生防疫部门和省公安厅请示、备案,经审核并赞同这一新设计方案。由省设计院正式设计,于1984年组织施工,1985年竣工。验收时得到一致好评,并领取了同位素使用证书。每年云南省公安厅和卫生防疫站前来常规安全检查时都给予好评。

一、概况:

同位素实验室建筑面积336平米、层高净空2.9米的平房。位于植物生理室南楼50米以外处,所使用的同位素有 H^3 、 C^{14} 、 Fe^{59} 、 P^{32} 、和 I^{125} 等。每年使用同位素强度为100

毫居里,系属于国家规定的丙级第三类同位素实验室。

本实验室可从事植物生理、植物细胞、植物化学、植物分类、植物栽培及植物形态等学科的放射示踪研究。

本室建筑防护措施如下:

(一) 污水:

采用不外排沉淀蒸发方式的深井和蒸发池配套工程设施。

(二) 污气:

在不小于1米/秒空气流速的通风柜内操作具有放射性物质的试验。有放射气体排出的实验必须先经气体吸收方法,将放射性气体经吸收、沉淀、固化、只允许最小量的放射性气体通过通风柜排入大气。

(三) 污物:

(1) 固体污物:用塑料袋包装,分类登记后置于专用污物库内贮存衰变。

(2) 液体污物:先经浓缩后,用固化物如水泥、石膏等固化,形成固体后用塑料袋包装、分类登记后置于污物库内衰变。

本室污物库,至少可容纳20年积存的固体污物。二十年后,当污物库容纳不下时,将根据国家有关规定处理。

(四) 放射源室:

放射源室用于贮存同位素放射源。放射源贮存于特制的地下深槽内,上面有金属盖板,既防止辐射对人的伤害,又保证放射源本身的安全,不会丢失。

(五) 放射源分装室:

分装放射源是在整个操作使用同位素过程中最危险的过程,放射源室设置有专用封闭式超净工作台,放射源室的地面和围墙用厚的硬质塑料做贴面,不但平时易于打扫,而且一旦造成严重污染时,可以将墙壁或地面上的塑料去掉,换成新的塑料,从而减少了清洗的难度。

(六) 放射化学实验室:

放射化学实验室是进行放射物质试验的主要场所,造成的放射性污染的机会特别大,因此,放射化学实验室除了安装通风柜外,也在墙壁和地面贴有塑料,平时便于清洗,污染时便于拆除更换。而且还设有放射污水槽和普通污水槽,放射污水和普通污水分别流入不同的污水处理系统进行处理。

(七) 暗室:

暗室分为普通暗室和放射暗室,以便在洗印胶片时不受射线干扰。

(八) 放射区与非放射区:

同位素实验室分为放射区和非放射区,中间有专用门隔开。工作人员出入放射区时,必须经过专门过道更衣和污染检查,在更衣处设有洗澡间和厕所。

(九) 周围的安全措施:

同位素实验室是操作同位素的专用实验室,它周围要求有一定的隔离地带,本实验室在选择地址时,五十米内没有居住设施,为了确保实验室自身的安全,在周围筑有高围墙。

二、污水处理工艺设计原理:

(一) 放射污水的处理:

放射污水中,主要含有 C^{14} 、 H^3 、 Fe^{59} 、 P^{32} 和 I^{125} 等放射元素。这些污水从排入2号井到由3号井溢出流入蒸发池时,至少经过两年时间,像 P^{32} 、 I^{125} 和 Fe^{59} 等短半衰期

的放射元素基本上已经达到可排放的标准;只有长半衰期的 C^{14} 和 H^3 需要经过化学沉淀处理后,在蒸发池内蒸干。实验室平均每天排出放射污水约10立升,与蒸发池每天蒸发污水的体积基本相等。这样就永远保持实验室正常排放污水,而蒸发池则长期装不满。

对意外事故的处理设施:作为一个建筑物必须考虑发生意外事故后的安全措施。意外事故主要是自来水系统发生故障,过多的自来水流入污物井后,大量污水溢入蒸发池,造成污水系统工作失灵,此时可暂停实验室工作,用远红外蒸发器加速蒸发池的蒸发速度,以保证正常工作。

(二) 普通污水处理:

同位素实验室每天产生的非放射性污水(普通污水)约0.5吨,这些大量的污水先流入1号井,经过检测后按规定排放。

可能因工作失误,造成放射物质洒泼,这可能使一般的污水中含有少量的放射性质。当这些放射性物质排入1号井时,经过检测,超过允许排放标准时,马上关闭1号井的1号排水阀门,打开1号井通往2号井的泄水阀门,让含有放射性的污水流入2号井内贮存衰变,避免放射性物质流到外面对环境造成污染。

(三) 蒸发处理池的工作原理:

如上所述,当排入污水井的放射污水体积和蒸发池蒸干放射污水的体积相等,就可以保证污水处理系统正常工作。

蒸发池的另一项功能是当待蒸发的污水中放射强度较高时,可以通过化学方法将放射物质沉淀下来,集中回收,固化后放入废物库中,以避免对环境的污染。

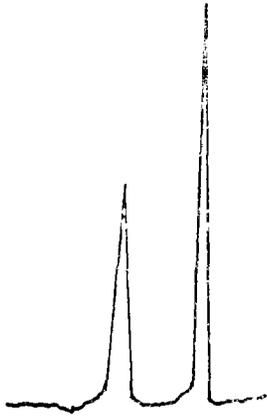
三、管理:

昆明植物研究所同位素实验室污水管理规则是与相应的建筑设计措(下转第55页)

硫化碳的拖尾峰也会延长增大。反复实验表明,三种气体不仅各自对分离度和灵敏度有影响,而且相互间的配合比例也有影响,特别重要的是 N_2 与 H_2 的配合比例一定要选好,灵敏度才会高,实验证明: $N_2:H_2:空气=1:1.2\sim 1.5:10\sim 15$ 时,可获得较高的灵敏度和基本理想的分离度。

5、最低检出限和回收率

本法最低检出限为0.20毫克/升(对水样中的苯而言),此时峰高6毫米,超过2倍基线噪音,回收率为85~110之间。



图三: 苯、甲苯气体标准色谱流出曲线

本法对空气中的苯的最低检出限为3.2毫克/立方米,此时峰高为5毫米,超过2倍基线噪音。(气体标样中的苯、甲苯分离较好、干扰较少,峰形也令人满

意,详见图三)

三、小结

1、本法能够对工业废水、废气中的苯、甲苯进行满意的分析,若在样品预处理、萃取剂的纯化等方面再做适当的工作,可用于分析地面水;

2、 N_2 、 H_2 、空气三者的比例是影响灵敏度的重要因素。必须经多次探索方能确物最佳比例;

3、气体采集及标准气制作简便易行;

4、结果计算方便,若定容体积、进样体积、水样体积确定不变,则 $C(mg/l) = Y \cdot 常数$,使用程序化计算器,组分出峰后20秒内即可得出结果。

5、三个二甲苯异构体的分离仍不完全理想。

参考文献略

- 参加本实验工作的还有普利民、施西玉等同志。
- 通过增加萃取水样,减少萃取剂取得的。

(上接第51页) 施制定出来的,具体规定如下:

(1) 严格控制放射物质排入2号井的数量和强度,在试验过程中,需要弃掉的放射性物质必须浓缩、固化后置于废物库中贮存,不得随意将放射物质排入2号井。

(2) 严格按放射污水和普通污水各自专用下水系统排放污水,严格控制放射污水的排放量。

(3) 在污水系统中掺有防腐剂,以免滋生蚊虫传播放射物质。

(4) 确保人、畜不进入蒸发池,以防事故。

昆明植物研究所同位素实验室污水处理工艺设计,是在国内没有先例条件下完成的。对于在风景区附近的科研单位,既能开展放射性同位素工作,又不造成环境污染,保证人畜安全,这种首次尝试难免有不足之处,我们将在使用过程中不断总结经验,为今后其它同类实验室的建立提供可借鉴的依据。

对云南省设计院三室的建筑设计、省建二公司第五工程施工队及水电安装施工队的施工、省卫生防疫站和省公安厅的指导和支持、同济大学建筑设计研究院陆轶教授和植物所段金玉教授的指导和支 持及植物所基建科同志的共同努力一并致谢!