

## 肺癌追凶——氡的“二三事”

翟翊宸<sup>1</sup>, 高英<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>清华大学探微书院, 北京 100084

<sup>2</sup>成都理工大学, 四川省地学核技术重点实验室, 成都 610059

**摘要:** 用一起肺癌案件的故事揭示了氡元素的基本性质、环境危害、检测方法、正面作用等内容, 结合了化学与环境相关知识, 让人们对氡元素有更加清晰的认识。

**关键词:** 氡; 氡的应用; 氡的危害; 室内污染物; 氡的检测

## Hunting the Culprit of Lung Cancer: Insights into Radon

Yichen Zhai<sup>1</sup>, Ying Gao<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Tanwei College, Tsinghua University, Beijing 100084, China.

<sup>2</sup>Sichuan Key Laboratory of Geo-nuclear Technology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China.

**Abstract:** This paper unveils the fundamental properties, environmental hazards, detection methods, and beneficial applications of radon through a narrative involving a lung cancer case. Integrating knowledge from chemistry and environmental sciences, it enhances clarity on the nature of radon for readers.

**Key Words:** Radon; Radon applications; Radon hazards; Indoor pollutants; Radon detection

### 1 肺癌案起

“所以说, 你们找我, 是为了调查肺癌案的真凶?”

侦探卢瑟福抿了一口茶, 放下茶杯: “入冬以来你们市医院确诊肺癌的患者大幅增加, 绝大多数患者均来自同一小区。因此, 你们怀疑是有人下毒, 但是监控显示没有可疑人员, 是吗?”

市长点了点头。

“能让我看一下你们市所有元素人员的名单吗?”

市长让秘书拿来了一份文件。卢瑟福翻阅着文件: “监控没有显示有可疑人员, 不代表没有。许多元素都是无色无味的, 也可能是气体。但如果反过来, 按照无色无味的气体这一思路去推的话……找到了! 氡, 就是这位。”

卢瑟福指着文件上的一页, 展示给市长看。

“氡, 1899年出生, 无色、无味、无臭, 为惰性气体。氡是导致人类肺癌的第二大因素, 仅次于吸烟<sup>[1]</sup>。氡具有放射性, 在衰变时会释放出高能的 $\alpha$ 粒子, 人体在吸入含氡的空气后, 氡会在体内发射衰变, 释放的粒子会对肺部细胞中的遗传物质造成不可逆的损伤, 这种损伤会诱发基因突变, 从而导致癌症的发生。这也是我认为这一元素很可能是导致小区内人员肺癌诊断率上升的原因。”

“有科学研究表明，在人一生所受到的辐射中，由氡所导致的辐射伤害占比达到了55%以上。对国内的14个城市中的1524个写字楼和居民楼进行调查后发现，氡含量超过国家标准的达到了6.8%，最高可超标达到6倍<sup>[2]</sup>。同时，以往对肺癌患者的居住环境的氡含量检测表明，室内氡的浓度越高，人患上肺癌的概率就越大。”

市长犯了难：“那既然无色无味，怎么去确定是由氡导致的肺癌呢？有什么检测手段吗？”

“你放心吧，我的事务所里有检测氡元素的仪器，明天上午我会带着仪器前往那片小区的。你就放一百个心吧！”

市长点了点头：“我明白了，明天上午我会前往的。但是我对这个氡不是很了解，先前也根本没有听说过他，为了帮助抓捕氡，侦探先生您能为我再介绍一下他吗？”

卢瑟福放下了文件：“可以呀，作为侦探，我可是对所有元素都很了解的。氡由于自身比较喜欢安静，不太喜欢和他人一起结伴同行，因此基本总是一个人独处，总以单质形式存在；他的原子序数是86，和氦、氖、氩等惰性气体一样，都属于0族，这也是他们一家子的特性，他们都喜欢安静，都基本以单质形式存在。”

市长又犯迷糊了：“不对啊，我记得氦、氖、氩都是我们元素市的良好市民，从来不会和他人发生争吵，一直和和气气的，怎么同族的氡就会成为导致肺癌的凶手呢？”

卢瑟福解释道：“这是因为氡位于元素周期表的第六周期，原子序数较大，原子核内的质子和中子数量较多，因此原子核不稳定，容易发生衰变放射出粒子。实际上很多第六周期的元素都具有放射性，只不过氡是气体，因此更容易在环境中传播，对人体造成影响罢了。”

市长恍然大悟：“这样！那我算是明白了。那么明天在案发小区见面吧！”

## 2 小区追凶

按照约定时间，卢瑟福带着仪器和助手来到了案发小区。一到小区门口，卢瑟福就看到向他招手的市长秘书：

“侦探您终于来了，我们赶快进行氡的搜寻吧！”

卢瑟福一边往小区内走，一边介绍氡的检测方法：“目前对室内氡的浓度测量主要有径迹蚀刻法、静电收集法、活性炭盒法、驻极体法等<sup>[3]</sup>。”他展示了一下手上的仪器：“这是目前使用比较多的一种便携式测氡仪，型号为NRM-P01，利用的就是静电收集的原理，无需使用干燥剂，可以进行长期测量<sup>[4]</sup>。按照国家标准，民用建筑中氡浓度检测可以采用泵吸静电收集能谱分析法，方法的探测下限不大于 $10 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ，我们手中的测量仪器是符合标准的。”

“我们这次来，是确认小区内的肺癌患者确实是由室内氡元素含量超标导致，而并非抓获氡本人。所以我们需要先前往那些患上肺癌的患者家中进行数小时的测量。”

很快秘书和侦探等人来到了患者家中，进行氡元素含量的检测。与此同时，侦探的助手们也来到了肺癌患者家中，进行同步检测。

卢瑟福一边检测，一边介绍着测氡仪的原理：

“静电收集法又叫静电扩散法，该方法利用了采样室内外的氡浓度差，通过让被测环境中的氡进入采样室内，同时在进入过程中除去气体中已有的氡子体。此时，进入采样室的氡发生衰变产生氡子体(主要为 $^{218}\text{Po}$ 钋正离子)，中央电极通过电场将其收集，其再衰变产生一定量的 $\alpha$ 粒子并被探测器收集，经过计数并比较得到氡浓度<sup>[5]</sup>。这是一种被广泛使用的氡浓度测量方法，目前有大量以此为原理的测氡仪。”

一段时间后。

“检测结果出来了。基本可以判定氡元素含量超标了。”助手展示了检测结果。

“知道氡元素的来源吗？”卢瑟福皱了皱眉头。

“目前还不清楚。不过我这里收集到了一些情报：这片小区是近一段时间新建的，同时癌症患者

们都是最早一批搬入小区的。同时，我调查了这片小区的开发商，据说这开发商存在使用不合格材料的情况，之前还被省政府处罚过。”

“等我们抓到氡，再去问他是从哪里来的吧。”卢瑟福点了点头，转头和市长秘书说：“证据确凿，你们可以喊人来抓捕氡了。看到前面那两座正在施工的大楼和堆放的建筑材料了吗？氡应该就在那里。”

### 3 氡的审讯

抓捕行动异常顺利，市长秘书打了一个电话，便喊来了几名警察开始对小区进行搜寻，没过多久便在施工了一半的大楼里找到了氡，并把他逮捕送到了审讯室。抓捕过程中氡全程无反抗，完成抓捕后秘书第一时间通知了卢瑟福侦探，他便急匆匆赶到了这里，手上还拿着一些材料。

进入审讯室，卢瑟福看了眼对面被关在审讯椅上满脸疑惑的氡，便在一旁坐下，旁听审讯。

“氡，你对你所造成的犯罪事实，有什么想说的吗？”

“我……我什么都没有干……我是一名临时建筑工人……我犯什么事了吗？”

“你所在的小区内确诊了大量肺癌病例，我们在患者家中进行了放射性气体氡的检测，发现氡含量严重超标，远高于国标所规定的浓度限量 $150 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$  (表1)。因此有理由认为你是导致那么多人患上肺癌的罪魁祸首。”

表1 民用建筑室内污染物浓度限量<sup>\*[6]</sup> (室内检查氡的母体)

污染物	I类民用建筑工程	II类民用建筑工程
氡	$\leq 150$	$\leq 150$
甲醛	$\leq 0.07$	$\leq 0.08$
氨	$\leq 0.15$	$\leq 0.20$

\*单位为 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$

氡苦笑一声：“那也不是我主观能决定的。我自己又不会去故意伤害人。”

“好端端的，为什么小区内氡元素含量会超标呢，你知道原因吗？”

“我……我不知道……”

卢瑟福打断了审讯：“我可能知道，”他展示了手上的检测报告，

“在你们逮捕氡的这段时间，我安排人去取样检测那些建筑和装修材料的氡含量，同时分析了其来源。实际上，室内氡的最主要来源是花岗岩、砖砂、水泥及石膏等材料，特别是含有放射性元素的天然石材装修材料，最容易释放出氡。也不出我所料，这一批材料氡的含量全部超标。这一批建筑材料价格低廉，远低于市场价格。大量使用有问题的材料增加氡的释放，冬天闭门闭窗加剧了氡的环境累计，这才是最大的问题，氡本人是无罪的。”

审讯的警察若有所思地点了点头：“那这样看，氡本人并没有罪过。我会向上级请示，尽快调查相关人员，并且早日释放氡的。”

卢瑟福点了点头，走出了审讯室。

### 4 何去何从

两天后，氡被无罪释放。卢瑟福来到了警察局门口，迎接氡的释放。但是他看见氡走出来时并不是如释重负或是兴高采烈的表情，而是忧心忡忡的模样。

“怎么了，氡？你被无罪释放了，这不是一件好事吗？”

“但是这样的事情发生了，那片小区的施工肯定被紧急叫停了，我建筑工人的工作就丢了。没有



他们说通过对我的分布的研究可以得出地质情况和矿产资源的情况<sup>[10]</sup>，于是我就干了这份工作。也要谢谢你那天对我的开导，不然我都不知道我还有这么大的作用呢！”

“那，祝你工作顺利！”卢瑟福笑了笑，又与氡闲聊了几句，便挂断了电话。

看卢瑟福打完电话，助手走了过来：

“卢瑟福侦探，氡到底是个什么样的人呢？”

“氡啊，有人说他是‘看不见摸不着的杀手’，因为他作为放射性气体，对人体造成伤害，引发癌症，杀人于无形。但我却认为正是他的放射性和气体性质，使得他成为了‘示踪和勘探的一把手’。我们看待元素不能只看到其对人类有害的一方面，还要看到其在不同领域发光发热的方面，不是吗？片面地看待元素，是不可能真正了解元素的。”

### 参 考 文 献

- [1] 叶茂林, 姜建中, 刘琪, 董烘杉, 王威, 吕芳. 防护工程, **2022**, *44* (6), 15.
- [2] 唐芳. 科技资讯, **2012**, *48* (32), 672.
- [3] 赵寅超, 任向红, 曾逸智, 张雷. 化工设计通讯, **2023**, *49* (1), 53.
- [4] 王鑫, 谢东海, 张林伟, 唐煜, 王叶, 符义凡, 史云剑, 肖蓉. 核电子学与探测技术, **2024**, *44* (1), 106.
- [5] 谭亿平, 刘良军, 周剑良. 核电子学与探测技术, **2009**, *29* (6), 1369.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50325-2020 建筑工程室内环境污染控制标准. 北京: 中国计划出版社, 2020: 17-18.
- [7] 钱畅, 余杰予, 汪迁迁, 刘艺轩, 陈一帆, 鲁涛涛, 于志国. 生态学杂志, **2025**, in press.
- [8] 安帮, 邸晟钧. 山西焦煤科技, **2022**, *46* (8), 13.
- [9] 氡与健康. [2024-12-15]. <https://www.who.int/zh/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health>
- [10] 钟炎良. 基于分形方法的氡气测量在隐伏断裂及找矿中应用[硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2014.