

化学与 QSAR 方法结合,有利于把研究推向分子层次,更利于支持毒理性研究。带有浓厚环境化学特色的结构编码和数学模型的出现,也是可期待的。在应用中,可赋予 QSAR 更强的生命力。

参 考 文 献

[1] Speece, R.E. *Environ. Sci. Technol.*, 22 (6),

606(1988)

- [2] 袁宝珊,环境研究与监测,(2),61(1988).
 [3] 白迺彬,生物化学与生物物理进展,(5),1(1980).
 [4] 吴吉安、曲绍清、白迺彬和王镜芳,药学通报,17(8),55(1982).
 [5] 曲绍清、白迺彬、吴吉安和王镜芳,中国环境科学,3(4),1(1983).
 [6] 白迺彬,环境化学,3(2)28(1984).
 [7] 白迺彬,燃料化学学报,15(2),157(1987).
 [8] 白迺彬,环境化学,6(5),8(1987).
 [9] 白迺彬,环境化学,8(6),14(1989).

(收稿日期:1989年11月8日)

香烟中的钋-210 与肺癌

寇 荣 春

(河北省放射卫生研究所)

摘要 本文根据文献报道,综述国内外香烟中 ^{210}Po 放射性水平及其对人体健康的危害;介绍吸入烟雾中 ^{210}Po 导致肺癌发生的动物试验结果及对低剂量 α 辐射致癌的危险度估算,指出吸烟作为诱发呼吸系统癌变的污染源,应予控制。

关键词: 香烟;钋-210;肺癌。

研究表明,烟草中除含有 1000—2000 种可辨认的芳烃致癌物、辅致癌物和诱变物外^[1],还含有 U、Th、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 、 ^{210}Pb 和 ^{210}Po 等多种放射性核素。其中可伴随吸烟进入呼吸系统的挥发性 ^{210}Po ,能导致肺癌的危险度极大,因此,对香烟中 ^{210}Po 辐射在肺癌及支气管癌病因学中的作用,早已引起人们的关注^[2-5]。近年来,国内对烟草中 ^{210}Po 含量及其在体内沉积的研究,也屡有报道^[6-9]。现仅就香烟中 ^{210}Po 含量,吸入 ^{210}Po 在体内的分布,及其 α 辐射所致肺癌危险度的评价,作扼要概述。

一、香烟中的 ^{210}Po 含量

烟草及其制品中 ^{210}Po 含量的分析,村松已有综述^[10]。各国香烟样品中的 ^{210}Po 含量如表 1 所示,除个别地区外,各国香烟样品中 ^{210}Po 含量的平均波动范围在 $2.5—3.7 \times 10^{-2}$

表 1 不同国家和地区香烟中 ^{210}Po 含量
($\times 10^{-2} \text{Bq/g}$)*

国别	香烟中 ^{210}Po	国别	香烟中 ^{210}Po
菲律宾	0.67	埃及	1.6
挪威	0.81	英国	1.3—2.2
印尼	0.85	巴西	1.7
土耳其	0.89	美国	1.4—2.4
希腊	0.89	美国	1.9
加拿大	0.94	日本	1.1—3.1
美国	1.2—1.3	法国	2.1
意大利	1.4—2.0	苏联	2.2
南斯拉夫	1.5—2.2	澳大利亚	2.3—2.4
印度	1.5	芬兰	1.7—2.9
巴基斯坦	1.5	罗得西亚	2.2—2.6
西德	1.5—1.9	中南美洲	1.1—5.0

* 数据均经换算。

Bq/g (0.67—5.0 pCi) 之间。

我国 25 种牌号的香烟 ^{210}Po 含量列入表 2。云南产金沙江牌香烟 ^{210}Po 含量最高。由表列数据粗略比较可知,国产香烟中 ^{210}Po 含

表 2 国产香烟中 ^{210}Po 含量
($\times 10^{-2}\text{Bq/g}$)^[6,7,9]

香烟牌号	^{210}Po 含量	香烟牌号	^{210}Po 含量
牡丹	2.37	云雾山	1.36
上海(红)	2.73	琥珀	1.44
上海(绿)	2.20	福运	3.43
醒宝	2.80	黄金叶	2.6
高乐	2.98	六盘山	3.0
大前门	4.42	长城	2.1
鸿运	2.71	黄河	2.9
富万年	3.44	开封	4.1
好乐	3.68	如意	4.8
丽都	2.79	大前门(郑州)	5.3
飞腾	3.97	凤凰	2.6
石林	2.80	金沙江	5.8
春城	3.08		

* 每支香烟约重 1g.

量较国外约高 3 倍。香烟中 ^{210}Po 含量的差异,据认为可能是由于植烟区土壤中 ^{210}Po 浓度、制烟时所采烟叶部位、加工工艺及成品贮藏时间等多种因素造成的。

烟草中的 ^{210}Po 主要来源于大气中放射性沉降物造成的表面污染,特别是在近地表大气中,因常形成捕集有 ^{222}Rn 、 ^{210}Pb 的离子团或艾肯粒子(aitken particle),能有效地沉积在烟叶表面 300—900 根/ cm^2 密生的茸毛中,且其中的 ^{210}Pb 可继续衰变为 ^{210}Po ,致使上方嫩叶多富聚 ^{210}Pb ,下面的老叶则多含 ^{210}Po ^[11]。此外,烟草作物根部也可吸收土壤中的 ^{210}Po 。

对香烟各部分的 ^{210}Po 含量,也有深入研究^[2,5,7]。Parfenov 指出^[4],吸入和未吸入烟雾中 ^{210}Po 占香烟总 ^{210}Po 的 50%,烟蒂中保留 35%,烟灰中约占 15%,总烟雾的 26—50% 为可吸入部分。

过滤咀的作用,虽能捕集 ^{210}Po 粒子,但只能减少吸入烟雾中 ^{210}Po 的 4—8%。这表明过滤咀对 ^{210}Po 的吸入并无显著地防护作用,不过对此尚有争议^[3,7,8]。

二、吸烟者体内的 ^{210}Po

正常人不论吸烟与否,每日随膳食、饮水和呼吸摄入自然本底水平的 ^{210}Po 分别为 0.15 Bq (4pCi)、 $2.2 \times 10^{-3}\text{Bq}$ (0.06pCi) 和 $2.6 \times 10^{-3}\text{Bq}$ (0.07pCi)。吸烟者每吸 1 支香烟进入体内的 ^{210}Po 估计最大值为 $2.96 \times 10^{-3}\text{Bq/支}$ (0.08 pCi)。如果平均每天吸 20 支,则吸烟者一天可多摄入 ^{210}Po 5.9×10^{-2} (1.6 pCi),此值是非吸烟者吸入空气自然本底水平 ^{210}Po 的 20 倍^[10]。所以,吸烟者体内特别是肺中沉积有因吸烟而摄入较多的 ^{210}Po 。

1. ^{210}Po 在体内的吸收与分布

关于香烟中 ^{210}Po 的吸收过程, Seremark 等^[13]曾利用小白鼠吸入后的放射性自显影术进行了研究。试验表明吸入后大部分可从呼吸系统(鼻腔、气管、支气管、肺)和胃中发现,15—30 min 后,进入肠道和肾脏,8h 内可进入肝脏,24h 内可迁移至骨骼中。

通过呼吸系统进入体内的 ^{210}Po ,一部分随呼气排出体外,另一部分经肺泡进入血液。吸烟后血液中 ^{210}Po 水平约为吸入量的 38%,而淋巴结中的 ^{210}Po 非吸烟者为 0.23 Bq/kg (6.3pCi),吸烟者为 0.41 Bq/kg (11 pCi)。吸烟吸入的 ^{210}Po 还可经血液进入各种组织器官。如表 3 所示,就某种器官来看,吸烟者的 ^{210}Po 水平似乎较高。但除肺外,通常并不认为二者有显著差异。

表 3 人体软组织中的 ^{210}Po (Bq/kg 鲜重)^[19]

脏器	肝	肾	精囊	肺	胰	脾	心肌
非吸烟者	0.53	0.48	0.21	0.11	0.11	0.11	0.09
吸烟者	0.72	0.61	0.29	0.27	0.17	0.12	0.10
两者之比	1.4	1.3	1.4	2.4	1.6	1.0	1.1

2. ^{210}Po 在肺内的沉积

吸烟者与非吸烟者肺内 ^{210}Po 的沉积量,如表 4 所示,前者较后者约高 3—5 倍。故吸烟者会因此而受到相应的额外照射。 ^{210}Po

表 4 肺组织中的 ^{210}Po 沉积量 (Bq/kg)^[10]

吸烟者 (A)	非吸烟者 (B)	A/B
0.29	0.09	3.2
0.37	0.12	3.1
0.37	0.11	3.4
0.29	0.09	3.2
0.30	0.07	4.3
0.27	0.06	4.5
0.40	0.12	3.3

在肺内的沉积,与烟雾粒子的大小有关,当烟雾粒子直径在 $0.1-1.0\ \mu\text{m}$ 范围内,且大部分为 $0.2-0.3\ \mu\text{m}$ (平均 $0.23\ \mu\text{m}$) 时,根据 ICRP 呼吸系统剂量学模式,吸入的粒子除一部分随呼吸排出体外,残留的则吸附在呼吸器官的内壁上,其中 35—40% 留在肺内,8% 在气管、支气管中,5—10% 附着在鼻腔内^[12]。

^{210}Po 在肺泡中的沉积量,按 ICRP 呼吸系统剂量学模式计算,当粒度为 $0.4\ \mu\text{m}$, ^{210}Po 的日摄入量为 $0.05\ \text{Bq}$ ($1.4\ \text{pCi}$),且 ^{210}Po 已达到平衡时,可达 $0.74\ \text{Bq/kg}$ ($20\ \text{pCi}$),但当粒度在 $0.01-1\ \mu\text{m}$ 范围内时, ^{210}Po 的计算值也无大幅度的变化。此计算值如和表 4 实测值比较,二者差异显著。ICRP 肺模式的计算值较实测值大 2.7 倍。此差异据认为可能是由于 ICRP 肺模式所采取的参数不适当造成的^[10]。

3. ^{210}Po 在支气管中的沉积

对 ^{210}Po 在肺实质和支气管中的沉积,虽有许多研究,但结果尚有分歧。主要有两种分布观点:

其一,为均匀分布论^[13,14]。即认为构成支气管粘膜的细胞,因在较短的时间内可脱落再生,故其中的放射性水平也可随之改变,但并未超过肺泡中的放射性水平。Rajewsky 等^[14]调查比较了 21—67 岁的吸烟者与非吸烟者的肺实质、支气管和每个支气管分叉处的 ^{210}Po 沉积量,分别为 0.29 ($7.8\ \text{pCi}$)、 0.28 ($7.7\ \text{pCi}$) 和 0.17 ($4.7\ \text{pCi}$) Bq/kg ,以此结果支持了这种见解。

其二,为非均匀分布的观点,认为附着在烟雾粒子上进入肺泡中的 ^{210}Po ,经支气管粘膜上皮上侧出口处以一定速度迁移。在支气管分叉处蓄积,形成所谓浓缩的“热点”。Radford 等^[15]调查了一例每天吸 40 支香烟持续至 73 岁才死亡的吸烟者。其支气管和支气管分叉处 ^{210}Po 沉积量分别为 $1.11 \times 10^{-4}\ \text{Bq/cm}^2$ 和 $12.1 \times 10^{-4}\ \text{Bq/cm}^2$,比其他部位约高 11 倍。Little 等测定了吸烟者呼吸道各部位的 ^{210}Po 沉积量(如图 1)。发现支气管不同部位有差异。特别是在左肺下叶支气管肺段形成明显较高的“热点”^[16],这些结果表明,肺中沉积 ^{210}Po 的分布是不均匀的。

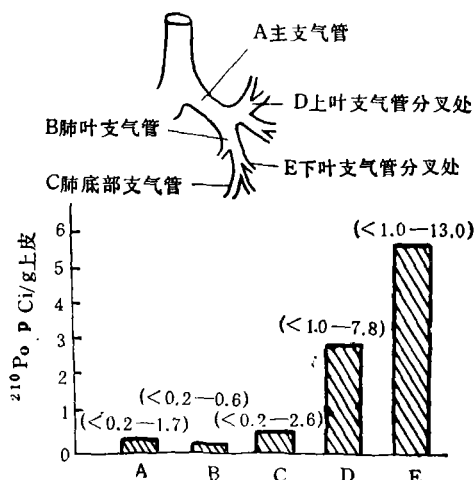


图 1 呼吸道不同部位的 ^{210}Po 沉积量
(14 例吸烟者的平均值)

对上述两种观点,虽然现在都得到了试验数据的支持,但究竟是均匀分布还是非均匀分布,尚无定论。

三、累积照射剂量的估算

如上所述,欲准确地计算因吸烟而进入体内的 ^{210}Po 所致累积剂量是非常困难的。不过也有些学者试图通过实测死亡烟民肺或支气管 ^{210}Po 含量,借以估算确定累积剂量,结果如表 5 所示^[10]。由结果可知,当沉积于肺内的 ^{210}Po 为均匀分布时,其平均累积剂量

表 5 因吸烟而沉积在肺内的 ^{210}Po α 照射所致肺照射剂量——50 年的待积剂量当量

^{210}Po 分布类型	测定部位	照射剂量 rem/50a
均匀分布 (肺总平均剂量)	全肺	0.466
	全肺	0.289
		0.098
		1.483
非均匀分布	支气管	1200
	支气管	850
		96
		494
		26
	分叉处	400
	右下叶第二分叉处	180
		300
		100
	热点	400
		2000

较低。但当肺和支气管内的 ^{210}Po 为非均匀分布时,可计算出较大的剂量值,特别是在形成所谓“热点”的情况下,可达几百至几千 rem,从而成为不可忽视的照射剂量。

四、香烟中 ^{210}Po 所致肺癌危险度评价

人体因受放射线照射而导致肺癌发病率有所增加的事实,已为一些流行病学调查所证实。一类是关于铀矿、铁矿、萤石等矿工中一些从业者因吸入高水平的 ^{226}Ra 射气及其子体所致肺癌发病率的增加。另一类为强直性脊椎炎 X-射线治疗患者和日本原子弹爆炸后的幸存者,因受高剂量率的外照射而诱发癌变。

对吸入烟雾中 ^{210}Po 导致肺癌的危险也有动物试验和粗略估算评价。Little 等曾报告^[17],试验以 15 rad 的全肺剂量施于金色仓鼠,结果有 11% 的仓鼠发生肺癌,并认为这种肺癌非为自然发生,其有意义的增加系由吸烟中的低剂量 ^{210}Po α 照射所致。不过至今尚未见到外推到人的资料。村松根据日本

肺癌死亡率男性 117 人/ 10^6 人·年,女性 45 人/ 10^6 人·年和表 5 中给出的剂量值,按总人口 1.1 亿人吸烟计算,其结果,因吸入 ^{210}Po α 照射所致肺癌的死亡率,每年增加额为自然发病率的 0.01—0.5%^[10]。

美国 NCRP56 号报告书指出^[18],假设 ^{210}Po 为局部沉积,则对美国每个成人吸烟者肺段支气管分叉处局部上皮组织的最大平均年剂量当量率可达 8 rem/a。然而,如不发生局部沉积,平均年剂量当量将比此假设最大值低得多,这就需要进一步调查研究。

我国也是烟民众多的国家,根据 ICRP26 号报告书,人体肺组织的危险度系数为 $2 \times 10^{-3} \text{ Sv}^{-1}$,若累积吸烟 30 年,剂量当量为 $5.7 \times 10^{-2} \text{ Sv}$,则危险度是 1.1×10^{-4} ,即每天吸 1 盒香烟,连续吸 30 年的 10 万人内,可能有 11 人因吸烟额外吸入 ^{210}Po 而患肺癌死亡^[9]。

尽管目前人们对肺癌的发病机制还不甚明了,但从有吸烟史的铀矿工多患肺癌的事实来看,人们确认吸烟作为一种广义的大气污染和环境各种污染源之间的相乘协同作用,是诱发呼吸系统癌变的重要原因。

同其他放射性核素一样,尽管 ^{210}Po 所致人体生物效应究竟有无“阈值”尚在争论。但 ^{210}Po α 辐射在肺癌病因学中的作用,已为不少学者所重视。因此,对伴随香烟烟雾而吸入的 ^{210}Po 带给吸烟者和被动吸烟者的危害,应引起全社会的关注,须采取有效控制措施,以防患于未然。

五、小 结

1. 近年来世界肺癌发病率日益增多,因吸烟而沉积在肺内的 ^{210}Po α 辐射诱发病变,可能有较大的危险度。但吸烟致癌的诱因极为复杂,除放射性外如香烟焦油中所含的苯并芘等诱发作用也为试验所证实。

2. 伴随吸烟进入体内的 ^{210}Po ,在呼吸系统的分布模式,尚待继续探讨。

3. 如何将低剂量 ^{210}Po 动物试验资料外推到人,其方法还须深入研究。

参 考 文 献

- [1] Obe G. et al., *Mut. Res.*, **92**, 309 (1982).
- [2] Edward, P. R., *Sciencel*, **143**, 274 (1964).
- [3] Hill C. R., *Nature*, **208**, 423[†](1965).
- [4] Parfenov, Yu. D., *Atom. Energy. Rev.*, **2**(75), 143 (1974).
- [5] Beverly, S. C. et al., *Rad. Res.*, **79**, 126 (1979).
- [6] 李占仓等, 中华放射医学与防护杂志, **4** (1), 56 (1981).
- [7] 曾尔康等, 辐射防护, **6** (1), 52 (1981).
- [8] Mussalo-Rauhameh, *Health Phys.*, **2** (49), 269

(1985).

- [9] 俞秋蓉等, 放射卫生, **2** (2), 75 (1989).
- [10] 村松晋, *Radioisotops*, **7** (25), 46 (1976).
- [11] Martell E. A., *Nature*, **249**, 215 (1974).
- [12] Task Group Onlung Dynamics, *Health Phys.*, **12**, 173 (1966).
- [13] Serermark, R. et al., *Arch. Environ. Health.*, **14**, 585 (1967).
- [14] Rajewsky, B et al. *Nature*, 209, 1312 (1966).
- [15] Radford, E. P. et al., *Science*, **143**, 247 (1964).
- [16] Little, J. B. et al., *New. Eng. Med.*, **273**, 1343 (1965).
- [17] Little, J. B., *Science*, **188**, 737 (1975).
- [18] NCRP:report-56, 36 (1975).

(收稿日期: 1990 年 3 月 5 日)

恶臭的研究及官能测定

姚 认 宇

(北京市机电研究院环保所)

摘要 本文介绍关于恶臭形成、相互作用、强度等研究成果和几种研究方法。推荐一种出色的官能测定法——三点比较式臭袋法,涉及基准臭、人员选择、采样与测定方法、数据处理、官能法控制标准及该法特点等内容。并简述了官能测定的新进展。

关键词: 恶臭;官能测定;三点比较式臭袋法。

恶臭是对人产生嗅觉伤害、引起疾病的公害。《中华人民共和国大气污染防治法》第 26、28、31 条已对防治恶臭污染做出了规定。恶臭物质种类多、浓度低,仪器监测困难大,有时还与人的感觉相异。国外深入开展了恶臭的官能研究及测定,本文对此加以介绍。

一、恶臭的阈值和感觉强度

许多物质(如有机硫、无机硫、胺类及氨、吡啶类、酮醛酸酯类、烃类、有机氯等)因结构性质不同,产生各类恶臭。恶臭物质分子选择性地作用于嗅觉细胞,形成单分子吸附,激活嗅细胞,随着能量变化及电子迁移过程,形成神经反应,产生臭感^[1]。用解析法研究臭感与发臭物结构,所得的解析式涉及原子种

类与个数、官能团、碳链、极性等多项因素。红外光谱表明,臭感与发臭物结构及其振动有关。

阈值是人对臭气物质能感觉到的最小刺激量。某臭气物质用无臭气体稀释到某一倍数时,不能判断是否有臭、达到无臭点,用此时发臭物含量或稀释倍数表示或求算其阈值,叫下行法。向无臭气体加发臭物,达到有臭点,求其阈值,此即上行法^[2]。测定了许多物质的阈值,利用阈值可确定优先控制的发臭物^[3]。

设臭气的刺激强度为 C , 其变化为 ΔC 。 $\Delta C/C$ 引起嗅觉变化,该变化及嗅阈值测定均受臭气种类、刺激强度、刺激方式及时间、应答方式及判断标准、本底、年龄及生理心理因素等影响。刺激时间稍长,嗅觉就会疲劳,

demonstrated that these pesticide compounds belonged to the compounds of the dissociative model of capturing electron. The minimum detection limits of this system are 0.2ng/L (α -BHC) and 0.8ng/L (methylparathion). All the linear ranges are at the level of 10^3 times. The standard recovery is 82.5—100%.

Key Words: simultaneous detection, chlorinated pesticide, organophosphorus pesticide, GC-ECD.

Environmental Planning for A River Basin Aided with Computer Graphic Simulation.

Chen Xun (Institute of Systems Science, Academia Sinica, Beijing); Fu Guowei (Dept. of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing). *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 61—65

Made in the present article is a discussion on the availability and advantages of computer graphic simulation applied to a complicate environmental planning for a river basin. Some external trends and techniques abroad have been introduced, and the conditions to realize the interactive computer graphic simulation on a computer also discussed briefly.

Key Words: environmental planning river basin, computer graphic simulation.

Application of Quantitative Structure Activity Relationship (QSAR) in Environmental Chemistry.

Bai Naibin (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 66—70

This paper reviews some approaches of QSAR in environmental chemistry in the literature abroad during past ten years, and introduces the author's work concerned in some aspects. QSAR is indeed a useful means for assessment of chemicals. Meanwhile, the limitations of its application and the probable prospects are discussed as well.

Key Words: quantitative, structure, activity, relationship, chemistry.

Polonium-210 in Tobacco and Lung Cancers.

Kou Rongchun (Hebei Provincial Institute of Radiation Hygiene, Shijiazhuang): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 70—74

Besides the carcinogenic compounds of aromatic hydrocarbons and mutagens, tobacco also contains several radioactive nuclides, among which ^{210}Po can be inhaled

into human respiratory system, and causes the risk of lung cancers. This article introduces radioactive levels of ^{210}Po in tobacco in China and other countries, the results of animal tests in which the animals that inhaled smog containing ^{210}Po led to come on of lung cancers, and estimation of carcinogenesis caused by lower dose α particle exposure.

Key Words: polonium-210, tobacco, lung cancer.

A Review on the Researches of Offensive Odor and Odor Measurement with the Sense of Smell.

Yao Renyu (Beijing Municipal Research Institute of Machinery and Electricity): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 74—78

This article introduces some research results on the formation, interaction and intensity of offensive odor and the research methodology. An effective odor-measuring method with the sense of smell, namely the triangular odor bag method has been described. In the method, odor index, choosing and training a panel, sampling and measuring procedure, criterions for controlling the sense, and the data treatment are described.

Key Words: offensive odor, odor measurement, sense of smell.

A Survey on the Cause of Nitric Radical (NO_3^-) Pollution in Matan Water-Supply, Source Site of Lanzhou City.

Zhang Mingquan, Gao Hongxuan, Wu Kejian (Research division of Water Resources & the Environment, Lanzhou University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(5), 1990, pp. 79—82

The data of ground water quality in Mutan, Lanzhou City, show that NO_3^- pollution is getting worse. It is found that a close relation exists between the pollution tendency and environmental deterioration in the water-supply-source site. By analysis, the essential cause of NO_3^- pollution in ground water is derived from fertilizing the farmland around with a huge amount of nitrogenous manure.

Key Words: nitric radical pollution, ground water, nitrogenous manure.