

地面水中有害物质 最高容许浓度的研究

(论文和方法)

中国医学科学院卫生研究所 主编

人民卫生出版社

地面水中有害物质 最高容许浓度的研究

(论文和方法)

编写单位

上海第一医学院 兰州医学院
四川医学院 北京医学院
武汉医学院 中国医学科学院卫生研究所

编审名单

王子石	卢国程	吴德生
刘君卓	李晓明	陈秉衡
杨效册	袁宝珊	袁 崇信

人民卫生出版社

地面水中有害物质最高容许浓度的研究

(论文和方法)

中国医学科学院卫生研究所 主编

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

四川新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本 11印张 4插页 233千字

1981年6月第1版第1次印刷

印数: 1—4,000

统一书号: 14048·3930 定价: 1.20元

前 言

随着国民经济的发展，环境保护问题越来越受到各方面的关心和重视。在我国为了保护环境，保证人民身体健康，制定了各项国家卫生标准，这些标准是进行规划设计、环境卫生监测、环境质量评价，以及采取各种环境治理措施和评价措施效果的依据。同时，为给卫生标准提供科学依据，地面水中有害物质最高容许浓度的科学研究工作也逐步开展起来，并且做出了成绩。为了总结和推广过去的经验，促进今后工作的开展，现将这方面的有关资料汇编成《地面水中有害物质最高容许浓度的研究》一书。

本书共分两部分，第一部分主要包括六十年代以来我国有关地面水中有害物质最高容许浓度的研究论文22篇；第二部分是地面水中有害物质最高容许浓度的研究方法。

本书提供了有关卫生标准的科学依据和研究方法，对环境卫生、环境保护、规划设计等有关管理部分和研究单位有参考价值。

本书在编写过程中，由于缺乏经验，谬误之处在所难免，希望读者批评指正。

王子石

1980年5月

目 录

第一部分 地面水中有害物质最高容许浓度研究论文… 1

- 一、苯胺在地面水中最高容许浓度的研究…………… 1
- 二、丙烯醛在地面水中最高容许浓度的研究…………… 12
- 三、地面水中乙腈卫生标准的研究…………… 20
- 四、乙醛在地面水中最高容许浓度的初步研究…………… 26
- 五、地面水中苯乙烯的容许浓度…………… 40
- 六、地面水中辛烯醛最高容许浓度的研究…………… 54
- 七、滴滴涕对大鼠的慢性毒性研究
——为修订水体中滴滴涕最高容许浓度提供
毒理资料…………… 64
- 八、三氯乙醛在地面水中最高容许浓度的研究…………… 74
- 九、氯丁二烯在地面水中最高容许浓度的研究…………… 80
- 十、地面水中亚硝酸盐最高容许浓度的初步研究…………… 95
- 十一、地面水中镉的最高容许浓度的研究…………… 104
- 十二、地面水中二甲基甲酰胺最高容许浓度的研究…………… 115
- 十三、巴豆醛在地面水中最高容许浓度的研究…………… 126
- 十四、砷化物在饮水中最高容许浓度的研究…………… 141
- 十五、国产聚丙烯酰胺毒性及其在饮用水中最高容许
浓度的研究…………… 154
- 十六、异丁腈在地面水中最高容许浓度的初步研究…………… 171
- 十七、地亚农的毒性及其在地面水中最高容许浓
度的研究…………… 181

十八、地面水中磺化粗菲（代号S-808）最高容 许浓度的研究	191
十九、五氯酚钠的毒性研究及其在地面水中最高 容许浓度的建议	201
二十、五氯酚钠对大鼠致畸性的研究	214
二十一、2-氨基-5-二乙基氨基甲苯盐酸盐（CD-2） 在地面水中最高容许浓度的研究	225
二十二、丙烯腈与氰化物共存时联合毒性实验研究...	237

第二部分 地面水中有害物质最高容许浓度的

研究方法	245
------------	-----

一、制订地面水中有害物质最高容许浓度的研究 方法（提纲）	245
二、有害物质在地面水中稳定性的研究方法	251
三、有害物质对地面水感官性状影响的研究方法	255
四、有害物质对地面水自净过程影响的研究方法	262
五、环境毒理学研究方法	266
（一）急性毒性实验	267
（二）毒物的蓄积作用和耐受性实验方法	273
（三）亚急性毒性实验	282
（四）慢性毒性实验	285
（五）混合毒物联合作用的研究方法	291
（六）环境化学致畸试验	301
（七）环境化学致突变试验	311
（八）环境化学致癌试验	336
六、制订地面水中有害物质最高容许浓度的 流行病学调查研究方法	340

第一部分 地面水中有害物质最高容许浓度研究论文

一、苯胺在地面水中最高容许浓度的研究

王子石 陈文顺 李学明

岳林 修瑞琴 尹春彪 甘慧灵

苯胺 ($C_6H_5-NH_2$) 新制纯品为无色油状液体, 为可燃性。和空气接触或曝光后易变为黄色、褐色乃至黑色。在水中溶解度为3.4% ($20^{\circ}C$), 易溶于有机溶媒醇、醚、酮等。具有特殊的嗅和味。

苯胺广泛应用于染料、制药、印染、橡胶等工业, 是化工合成工业基本原料之一。在苯胺的生产和使用过程中, 有大量工业废水排入水体。六十年代初期, 在我国有的水体遭受苯胺废水污染, 对居民用水和水产造成严重威胁。为此, 我们对苯胺在地面水中最高容许浓度进行了研究, 为制订卫生标准提供依据。

根据制订最高容许浓度通用的方法, 究研了苯胺在水中的稳定性, 苯胺对水的感官性状的影响, 苯胺对污染自净过程的影响和苯胺的慢性毒作用等。研究结果如下:

(一) 苯胺在水体中稳定性的研究

在实验水体中, 在不同温度和生活污水污染的条件下, 研究了不同浓度的苯胺在水体中的稳定性。结果表明, 苯胺在水体中的稳定性与苯胺的浓度和水的污染程度有关 (见表

1·1·1),在受生活污水污染的水中,苯胺浓度在10毫克/升以下者,第5天即已基本消失,50毫克/升者在第7~10天也可消失。但是,在清水中苯胺是相当稳定的,除浓度为0.1毫克/升者在第3天消失外,其余浓度的残留时间与受污染的水相比显著延长。从表1·1·1可以看出,直至第10天还有相当量的苯胺存在,其中浓度为1毫克/升者还残留20%,5毫克/升者36%,10毫克/升者40%,50毫克/升者50%,从这点可以看出,浓度越大时越稳定。从表1·1·2可见温度可促进苯胺的净化。

(二) 苯胺对水的感官性状的影响

苯胺污染水体时,可使水呈棕黄色。苯胺的颜色随着时间和浓度的不同而改变,所以在实验过程中10天连续观察,以呈色最强的结果来确定其影响水的颜色的阈浓度。根据实验结果,苯胺的呈色阈浓度在20厘米水柱时为0.5~4毫克/升,在5厘米水柱时为1~16毫克/升。

苯胺在水中的嗅觉阈浓度为64毫克/升,实际阈浓度(二级)为128毫克/升。水温升高到60°C时,臭的强度有上升趋势,但不显著。

苯胺的味觉阈浓度为32毫克/升。

(三) 苯胺对水体污染自净过程的影响

在实验条件下,观察了苯胺对模拟水体中有机物污染净化过程的影响,观测指标有温度、pH值、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、溶解氧和生化需氧量等。同时还研究了苯胺对水中微生物消长的影响。

实验是用容积为10升的玻璃缸6个,盛以脱氯的自来水,

表1.1.1 经过不同时间后, 不同浓度的苯胺在清水和受污染水中的剩余量(毫克/升)

[illegible]

表1·1·2 不同浓度苯胺在不同温度条件下
的变化情况 (毫克/升)

原浓度 (毫克/升)	经过时间 (天)	I 室温15~20°C 水温11~18°C	I 室温7~11°C 水温4~7°C
1	当天	0.92	1.02
	1	1.00	0.98
	3	0.82	0.94
	5	0.60	0.90
	7	0.52	0.84
	10	0.62	0.76
	12	—	0.58
	16	—	0.46
	18	—	—
10	当天	9.3	9.9
	1	9.9	11.0
	3	9.0	10.0
	5	8.2	8.2
	7	6.6	9.2
	10	4.2	5.8
	12	4.0	7.8
	18	1.8	7.4
	28	—	—

加入少量(1%)生活污水(使其耗氧量在2毫克/升左右,其目的是加入一些有机物和微生物)。然后往5个缸分别加入不同量的苯胺,使其浓度分别为0.1,1.0,5.0,10.0,50.0毫克/升,留一个缸不加苯胺作为对照。放在室温条件下。在实验的当天和经过1,3,5,7,10昼夜后采样,观测上述指标的变化情况。其中生化需氧量单独进行,浓度和采样时间,同前。

研究表明,受苯胺污染的水,其氨氮含量随苯胺的浓度增加而增多。耗氧量、溶解氧和生化需氧量的测定结果说明,苯胺浓度超过5毫克/升时,对水中溶解氧将产生显著影响(图1·1·1),1毫克/升以下时不影响净化过程。苯胺浓度在1~1000毫克/升范围内,对水中细菌(大肠杆菌和天然水中细菌)的生长繁殖具有一定的促进作用。

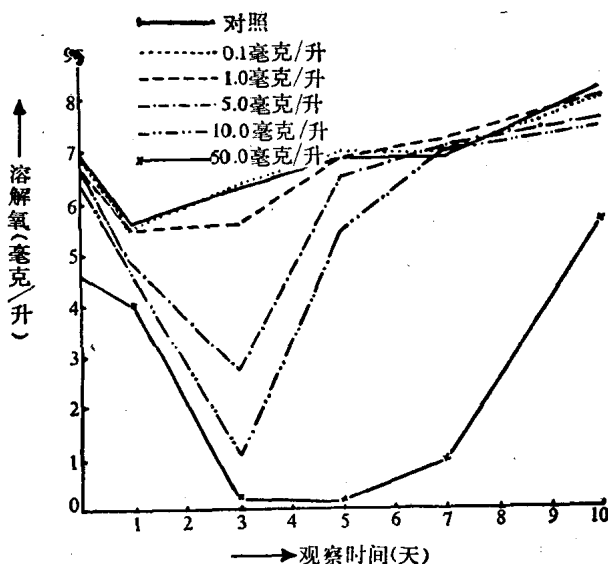


图1·1·1 苯胺对水中溶解氧量的影响

(四) 毒性实验

1. 苯胺对大鼠慢性毒作用的研究

苯胺的毒理作用特征主要作用于血液系统和神经系统。慢性实验用两批大鼠:第一批用雄鼠48只,分为6组,每组8只。其中一组为对照组,其余5组为染毒组。分别给予浓度为0.05, 0.1, 1.0, 5.0, 50.0毫克/升的苯胺水溶液,供

大鼠自由饮用。对照组给予自来水。第二批用雄鼠20只，分为4组，每组5只，其中3组每天灌胃染毒剂量分别为0.25，2.5，50毫克/公斤，另一组为对照组以相同体积的自来水灌胃。实验持续8个月。实验过程中观测了动物的一般健康状况，血红蛋白含量，红细胞数，白细胞总数及分类，网织红细胞计数，海因氏小体以及变性血红蛋白的含量等。

实验结果，第一批动物在8个月的实验过程中，一般健康状况，发育情况以及血液方面各项指标均未发现异常变化；第二批动物在给予苯胺50毫克/公斤的一组动物毛发无光泽，但在行动和饮食方面未见异常。血液方面的观测表明，染毒1个月后，染毒组动物的血红蛋白量有下降趋势（见图1·1·2）。以50毫克/公斤组下降最为显著，从染毒前的每100毫升血液中14.5克下降至9~10克，并一直维持在低水平，到染毒135天以后最高也只达3.23克。0.25和2.5毫克/公斤组和对照组比较变化不显著。红细胞计数结果（见图1·1·3）说明，染毒剂量为50毫克/公斤的一组动物的红细胞数有明显下降，而0.25和2.5毫克/公斤组红细胞数和对照组相比没有什么差别。从网织红细胞数方面看出（见图1·1·4），50毫克/公斤的一组动物在染毒后突然上升，从原来的10~20%增加到50%以上，以后随着染毒时间的延长，有继续升高的趋势，波动在60~130%范围内。海因（Heinz）氏小体是在前述一些变化出现之后，即在染毒后105天，在50毫克/公斤的一组动物血液中开始出现的（见图1·1·5）。在以后的染毒期间，一般波动在60~140%左右。其它实验组一直到实验结束未见海因氏小体出现。

在整个实验过程中白细胞总数和分类均未发现异常变化。

在实验后期，停止染毒后，又观察了1个月的恢复期变化。结果表明，前述各项曾有变化的指标，都有很快的恢复或接近对照组的水平（见图1·1·2, 1·1·3, 1·1·4, 1·1·5）。

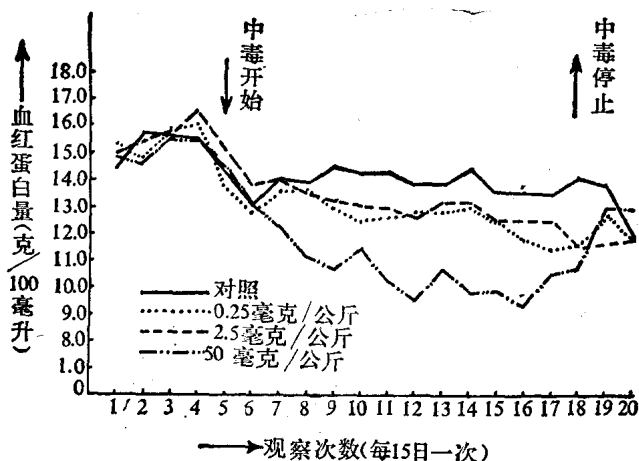


图1·1·2 苯胺对大鼠血红蛋白量的影响

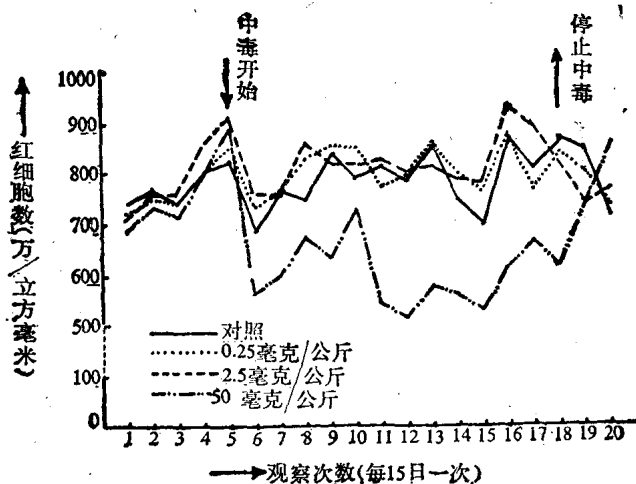


图1·1·3 苯胺对大鼠红细胞的影响

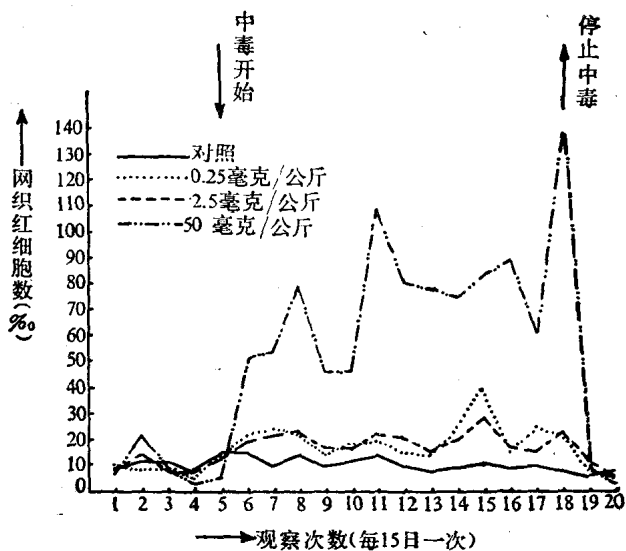


图1.1.4 苯胺对大鼠网织红细胞的影响

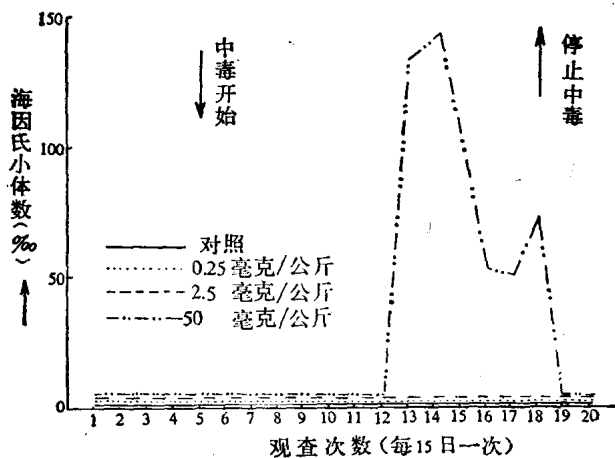


图1.1.5 苯胺对大鼠海因氏小体的影响

2. 苯胺对水蚤毒作用的研究

水蚤用于毒理学方面的研究，有一系列的优点，如方便经济，对毒作用敏感，它具有像高等动物生理机能相似的各种内脏器官，而且是一个透明体，因此，可以直接观察到毒物作用下内脏器官的变化情况，并有人认为水蚤对毒物作用的生理反应效果与高等动物相似。基于这种情况，研究了苯胺对水蚤的致毒作用。

实验选用了人工培育的大型水蚤 (*Daphnia magna*)，每次实验都是采用同一母体繁殖的同龄水蚤的后代，从母体出生后，生存到第4天的幼体，体长2毫米。

实验在高6.5厘米，直径为12厘米的玻璃缸中进行。水温控制在 $22 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 。实验时将苯胺按倍数稀释配成不同浓度（从0.5，1.0，2.0，……4096.0毫克/升）。另外取两个不加苯胺的原稀释水作对照组，其中一缸投加饵料（小球藻）。然后将预先选好的水蚤各10个放入缸中进行实验。记录水温、pH和时间。

实验过程中，观察了大型水蚤的一般活动情况，死亡数，心跳频数，胃肠蠕动情况，怀卵产幼及脱壳情况等。

结果说明，苯胺随浓度增加，毒性增大。随着时间延长，毒作用效果越显著（死亡率增加）。苯胺浓度为4096毫克/升时，大型水蚤在15分钟内全部死亡，浓度为2048毫克/升时，在48小时全部死亡，浓度为0.5毫克/升时，在48小时平均死亡率为1.25%，而对照组无一死亡。

从水蚤的活动方面观察到，当苯胺浓度为512毫克/升时能使全部水蚤立即不动，256毫克/升时能使水蚤停停动动。从苯胺对水蚤心率的影响看到，水蚤的心率随着苯胺的浓度及作用时间的增加而减低（见表1.1.3）。一般看来，4毫克/

升时即可使心率变慢，失去游泳能力的水蚤心率一般降至每分钟100次左右（正常为280次/分）。中毒严重者，心跳失去原来的节律，停停跳跳。

从染毒后生存下来的一些水蚤，在对照组有怀卵现象的情况下，染毒组均无怀卵现象。当使怀卵的水蚤染毒时，苯胺浓度在2毫克/升以下者，有产卵现象，但是，所产幼体不能存活。苯胺浓度在4毫克/升以上时，水蚤失去正常产卵能力。4~8毫克/升以上时，脱壳能力丧失。从表1·1·4可看到这些现象。

表1·1·3 不同浓度苯胺溶液中水蚤的心率变化(次/分)

苯胺浓度 毫克/升	12小时	24小时	48小时
0 (对照)	286	282	280
0.5			
1	283	280	274
2			
4	282	267	225
8			
16	281	264	76
32			
64	280	262	0
128			
256	275	169	0
512	257	161	0
1024	168	153	0
2048	65	0	0
4096	0	0	0

表1·1·4 大型水蚤在苯胺中毒后的一些现象观察

指 标	苯胺浓度 (毫克/升)										
	0	0	0.5	1	2	4	8	16	32	64	
怀卵水蚤中毒后 是否有产幼能力	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
未怀卵水蚤中毒后 是否有怀卵能力	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
产出之幼体是否 死亡	-	-	+	+	+						
有无脱壳能力	+	+	+	+	+	(±)	(±)	(±)	-	-	-
脱壳中有无死亡 现象	-	-	-	-	-	+	+	+	+		

注 “+” 为阳性 (有) “-” 为阴性 (无)

(五) 结 论

1. 苯胺在水体中的稳定性与苯胺的浓度和水的污染程度有关。苯胺在受污染的水中，温度高的条件下，消失较快，在清洁的水中，温度较低的条件消失较慢。当苯胺浓度为50毫克/升时，在第一种情况下7~10天内即可消失，而在后一种情况下，第10天在水体中仍残存50%。

2. 苯胺污染水体后，使水呈黄棕色，有异嗅和异味，在水中呈色的阈浓度为0.5~4毫克/升，嗅觉阈浓度为64毫克/升，味觉阈浓度为32毫克/升。

3. 苯胺污染可以使水体中氨氮量增加，当苯胺浓度超过5毫克/升时，使水中溶解氧降低，耗氧量和生化需氧量增高，1毫克/升以下时对一般卫生状况无影响。

4. 毒性实验结果说明，给予苯胺50毫克/公斤的一组动