复合型室内空气净化剂的研制

廖久明 江小玲 陈 君
(重庆石油高等专科学校 化工教研室 重庆 400042)

摘 要:室内空气中的异味物质主要成份是氨气和硫化氢。综合利用改性沸石、活性炭对异味物质的吸附作用、过碳酸钠的氧化分解作用,以及对二氯代苯的掩盖作用,配制的复合型室内空气净化剂,对室内空气中硫化氢和氨的净化率分别可达99.65%和86.21%。试验研究表明,净化剂的最佳配方为:改性沸石含量64.75%、活性炭含量23.13%,过碳酸钠含量为4.63%,对二氯代苯含量7.5%。

关键词:空气净化;净化剂;配方
中图分类号:X51 **文献标识码**:B **文章编号**:1008-9845(2001)01-0011-06

室内空气的质量是影响人体健康和思想情绪的重要因素。目前,国内外采用的空气净化方法,主要有空气抽滤法、遮盖法、氧化法等。采用抽滤法,需要大型机械设备,在居室、车厢、厕所等环境难以实施;遮盖法是以喷洒芳香物质掩盖异味,但不能消除异味物质对人体的伤害;氧化法是利用电解原理产生负氧离子对空气进行消毒净化,但是效果并不理想,而且价格较高。

笔者研制的复合型室内空气净化剂,利用固体吸附剂、强氧化剂和芳香物质,对室内空气进行综合净化处理,可以彻底消除异味,净化空气。

1 试验部分

1.1 仪器、药品与材料

主要仪器:721型分光光度计,玻璃仪器,扭力天平,烘箱,研钵,电炉,分析天平,等。

主要药品:盐酸,硫化氢标准溶液,98%硫酸,85%磷酸,过碳酸钠,过氧化氢,对二氯代苯,等。

材料:沸石,活性炭。

1.2 试验方法

测定净化率:准确称取一定质量的净化剂(±0.1g),用纱布包扎好,悬挂在盛有一定量具有异味的溶液的锥形瓶中,密封一定时间后,测定异味溶液中硫化氢、氨的浓度变化。用下式计算出净化剂的净化率 η:

$$\eta = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \times 100\%$$

式中,C_0、C_i 分别为净化前、后异味溶液中硫化氢、氨的浓度,$mol.L^{-1}$。

测定硫化氢浓度 采用"亚甲基兰分光度法"进行测定[1]。

测定氨浓度 采用"纳氏试剂分光度法"进行测定[2]。

沸石的改性方法 将一定浓度和体积的无机酸与一定质量的沸石混合均匀,干燥后即为改性沸石。

过碳酸钠的制备方法 将一定质量的碳酸钠与一定体积的过氧化氢进行反应后即可制成过碳酸钠。

2 试验结果与讨论

空气中的异味物质种类很多,包括有机物和无机物,例如:硫化氢、氨、有机硫、氮氧化物等等。要消除这些物质,可采用固体吸附的方法进行净化,即使用固体吸附剂。

固体吸附剂有多种,主要有硅胶、活性铝矾土、活性氧化铝、分子筛和沸石等。其中,沸石来源广、价格低,对无机物和有机物均有较好的吸附能力。因此,研究了沸石作为固体吸附剂对空气的净化作用。

收稿日期:2000-10-17 修回日期:2001-03-05
作者简介:廖久明(1962-),男,副教授,化工教研室主任,学术带头人;江小玲(1958-),女,讲师;陈君,系重庆石油高等专科学校化工专业1997级学生。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.1　沸石对氨气、硫化氢的净化作用

2.1.1　天然沸石的净化作用

天然沸石是一种多孔性结构的固体物质，种类较多。其中13X型和4A型沸石对硫化氢和氨有较强的吸附能力[3]。测定结果（见表1），天然沸石对硫化氢有较强的净化作用，而对氨的净化作用较差。其中4A沸石对硫化氢的净化率高达99.76%。这是因为，4A沸石是一种钠型沸石，晶格骨架含有许多空腔－孔穴，可吸附 CO、CO_2、H_2S、C_2H_5OH、CH_3NH_2、CH_3CN 等有害气体[4]。于是，选择4A沸石作为固体吸附剂。

表1　天然沸石净化作用的试验结果

沸石类型	净化对象	净化前溶液浓度(mol.L^{-1})		净化后溶液浓度(mol.L^{-1})		净化率 η(%)
		平行试验	平均值	平行试验	平均值	
13X	硫化氢	0.05965	0.06009	0.01610	0.01648	72.57
		0.06053		0.01686		
	氨	0.1624	0.1625	0.1286	0.1302	19.88
		0.1625		0.1317		
4 A	硫化氢	0.05965	0.06009	0.0001025	0.0001462	99.76
		0.06053		0.0001899		
	氨	0.1624	0.1625	0.1530	0.1527	6.03
		0.1625		0.1524		

试验条件：异味溶液体积为25.00mL；沸石质量为2.0g；室温；净化时间为12h。

2.1.2　改性沸石的净化作用

为了提高沸石对氨的净化作用，将沸石与无机酸反应，烘干后即可获得改性沸石。但改性条件不同，所得改性沸石的净化作用也不相同。

磷酸的影响　常用的无机酸有盐酸、硫酸和磷酸。试验发现，经磷酸处理后的改性沸石对硫化氢和氨的净化作用最好（见表2）。当 H_3PO_4 浓度为7 mol.L^{-1}以上时，处理后的沸石对硫化氢和氨的净化率均达到83%以上。这时由于1mol磷酸可与3 mol氨反应；并且酸液浓度越大，对氨的净化效果越好。但是磷酸浓度不宜过大，否则会因为同离子效应的存在，会降低对硫化氢的净化作用。所以，选用的磷酸浓度为8 mol.L^{-1}。

表2　磷酸对改性沸石净化作用的影响

酸液浓度(mol.L^{-1})	净化对象	净化前溶液浓度(mol.L^{-1})	净化后溶液浓度(mol.L^{-1})	净化率 η(%)
3	硫化氢	0.1631	0.0003995	99.48
4			0.0003196	99.58
5			0.0001998	99.74
6			0.0001598	99.79
7			0.0001199	99.84
8			0.002797	96.36
3	氨	0.07681	0.06002	62.58
4			0.05169	67.83
5			0.05082	68.32
6			0 03485	78.27
7			0.02604	83.77
8			0.01239	93.28

试验条件：酸液与沸石比为1:1(V/m)，其它同表1。

磷酸与沸石比对沸石净化作用的影响　在相同浓度下，磷酸与沸石比的大小、直接关系到酸液与沸石的接触面积，导致反应程度不同，使得改性沸石的净化作用受到影响。表3是在不同磷酸体积下改性沸石的净化作用。

表3　磷酸体积对改性沸石净化作用的影响

酸石比(V/m)	净化对象	溶液浓度(mol.L^{-1})		净化率 η(%)
		净化前	净化后	
0.50:1.00	硫化氢	0.07234	0.0002490	99.66
0.75:1.00			0.0001953	99.73
1.00:1.00			0.0001157	99.84
1.25:1.00			0.0005932	99.18
1.50:1.00			0.0007885	98.91
1.75:1.00			0.03338	53.85
0.50:1.00	氨	0.1626	0.06487	60.10
0.75:1.00			0.03171	80.50
1.00:1.00			0.02976	81.70
1.25:1.00			0.03296	79.73
1.50:1.00			0.04215	74.08
1.75:1.00			0.04499	72.33

试验条件：磷酸浓度为8 mol.L^{-1}；其它条件同表2。

从表3可知，当磷酸与沸石比为1:1时，改性沸石对硫化氢和氨的净化效果均为最好。

对比表2与表3可以看出，当异味溶液中氨浓度增大时，改性沸石的净化效果有所下降。

干燥时间的影响　溶液中磷酸与固体沸石作用后在烘箱中干燥时间的长短，影响沸石中游离水脱出的程度，因而影响到改性沸石的净化效果。试验表明：干燥时间在2.0～2.5h时，改性沸石对硫化氢和氨的净化效果都较好。

干燥温度的影响　干燥温度的高低，也要影响沸石中游离水的脱出。测定结果：改性沸石干燥温度在70～80℃时，其对硫化氢和氨的净化作

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

用都比较大。

上述研究表明,沸石的改性条件对改性沸石的净化作用有很大的影响。试验研究结果,改性沸石的最佳条件如表4。

表4　改性沸石的最佳条件及净化作用

磷酸浓度 ($mol.L^{-1}$)	酸石比 (V/m)	沸石质量 (g)	干燥时间 (h)	干燥温度 (℃)	对硫化氢的净化率 η (%)	对氨的净化率 η (%)
8.0	1.00:1.00	2.0	2.0	80	95.51	87.68

试验条件:同表1。

2.2　活性炭对氨气、硫化氢的净化作用

活性炭也是一种固体吸附剂,它对二氧化硫和含有羧基、酚羟基、醚、酯等有机化合物有较强的吸附作用[5~6]。表5为活性炭对硫化氢和氨的净化作用测定结果。

表5　活性炭对硫化氢、氨的净化作用

净化对象	净化前溶液浓度($mol.L^{-1}$)		净化后溶液浓度($mol.L^{-1}$)		净化率 η(%)
	平行试验	平均值	平行试验	平均值	
硫化氢	0.02938	0.02939	0.0001590	0.0001794	99.46
	0.02940		0.0001998		
氨	0.1626	0.1625	0.1245	0.1245	23.38
	0.1624		0.1245		

试验条件:活性炭质量为0.1g,其它条件同表1。

表5证明:活性炭对硫化氢有较强的净化作用,对氨也有一定的净化效果。

2.3　过碳酸钠对氨气、硫化氢的净化作用

过碳酸钠是由碳酸钠与过氧化氢反应形成的加成络合物,是一种强氧化剂,在空气中能缓慢分解,释放出原子氧。这种原子氧具有极强的杀菌、消毒作用;同时它还能氧化分解大量的异味物质,如硫化氢,使组成臭气物质分解为各种单体物质,净化室内空气。

碳酸钠与过氧化氢的配比,决定着生成的过碳酸钠组成,从而导致其氧化效果的差异。因此,研究了碳酸钠与过氧化氢的配比对净化作用的影响。试验结果见表6。

表6　碳酸钠与过氧化氢的配比对净化作用的影响

配比 (V/m)	净化对象	溶液浓度($mol.L^{-1}$)		净化率 η (%)
		净化前	净化后	
0.25:1.00	硫化氢	0.06009	0.01230	79.53
0.50:1.00			0.01600	73.37
1.75:1.00			0.005511	90.80
1.00:1.00			0.02117	64.77
1.25:1.00			0.01572	73.84
1.50:1.00			0.02940	51.07
0.25:1.00	氨	0.1625	0.1579	2.83
0.50:1.00			0.1599	1.60
1.75:1.00			0.1547	4.80
1.00:1.00			0.1570	3.38
1.25:1.00			0.1588	2.28
1.50:1.00			0.1580	2.77

试验条件:净化时取过碳酸钠0.1g;异味溶液的体积为25.00mL。

从表6可以看出,过碳酸钠对硫化氢有较好的净化作用,对氨的净化作用较差。这是由于过碳酸钠分解出的原子氧与氨不易反应。

2.4　三角坐标系研究复合型室内空气净化剂最佳配方

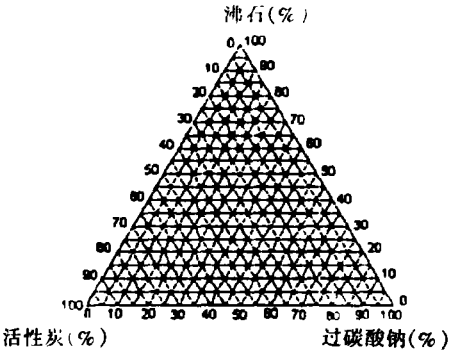

图1　三角坐标系配方图

为了研究出改性沸石、活性炭和过碳酸钠的最佳组成,采用了三角坐标体系研究方法。

由图1可确定出改性沸石、活性炭和过碳酸钠在不同含量下的配方。表7为改性沸石、活性炭和过碳酸钠不同含量下的配方及净化作用测定结果。

从表7可以看出,11号配方的综合净化率最高,达92.44%。

因此确定净化剂最佳配方为:改性沸石含量为70.00%、活性炭含量为25.00%、过碳酸钠含量为5.00%。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 7　三角坐标体系中的配方及净化作用试验结果

序号	含　量（%）			净化率 η(%)		
	改性沸石	活性炭	过碳酸钠	硫化氢	氨	综合值
1	90	5	5	91.09	80.27	85.68
2	85	10	5	78.01	98.89	88.45
3	85	5	10	80.30	98.73	89.52
4	80	15	5	84.82	92.44	88.63
5	80	10	10	82.16	97.81	89.97
6	80	5	15	82.62	96.35	89.49
7	75	20	5	69.73	97.81	83.77
8	75	15	10	79.63	99.68	89.66
9	75	10	15	72.86	99.60	86.23
10	75	5	20	84.42	92.42	88.42
11	70	25	5	85.72	99.16	92.44
12	70	20	10	80.50	93.37	86.94
13	70	15	15	71.85	95.23	83.54
14	70	10	20	81.61	99.20	90.41
15	70	5	25	80.77	93.75	87.26
16	65	30	5	75.59	92.24	83.92
17	65	25	10	69.96	93.48	81.47
18	65	20	15	80.71	95.96	88.34
19	65	15	20	79.46	94.50	86.98
20	65	10	25	86.26	92.99	89.63
21	65	5	30	80.14	95.16	87.65
22	60	35	5	78.55	99.45	89.00
23	60	30	10	83.50	97.28	90.39
24	60	25	15	77.81	96.74	87.28
25	60	20	20	78.78	99.18	88.98
26	60	15	25	79.40	99.73	89.57
27	60	10	30	80.87	99.62	90.25
28	60	5	35	76.40	99.45	87.93

试验条件同表 1。综合值 =（对硫化氢的净化率 + 对氨的净化率）÷ 2

2.5　芳香剂——对二氯代苯的净化作用

对二氯代苯是一种颗粒状的芳香物质，它的芳香气息可掩盖室内空气的异味，同时由于它比表面积大、有一定吸附作用，所以可作为净化剂。表 8 是对二氯代苯的净化效果的试验数据。试验表明，对二氯代苯对氨的净化效果较差，对硫化氢有一定净化作用。在配方中，加入它，主要是利用其芳香气息的掩盖作用。根据个人习惯的不同，也可改用其它香料作为芳香剂。

表 8　对二氯代苯对硫化氢、氨的净化作用

净化对象	净化前溶液浓度（$mol.L^{-1}$）		净化后溶液浓度（$mol.L^{-1}$）		净化率 η(%)
	平行试验	平均值	平行试验	平均值	
硫化氢	0.06993	0.06993	0.02630	0.02642	62.21
	0.06994		0.02654		
氨	0.1543	0.1542	0.1506	0.1509	2.14
	0.1542		0.1513		

试验条件：净化剂 0.2g；其它条件同表 1。

为了充分发挥对二氯代苯掩蔽室内空气异味的作用，将空气净化剂最佳配方与对二氯代苯复配。

表 9 为改性沸石、活性炭和过碳酸钠最佳组

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

成的配方与对二氯代苯复配后的净化率测定结果。

表9　复合型室内空气净化剂的性能测试结果

序号	对二氯代苯含量(%)	净化率 η(%)		
		硫化氢	氨	综合值
1	5.0	99.71	85.49	92.60
2	7.5	99.65	86.21	92.93
3	10.0	99.57	86.01	92.79
4	12.5	99.54	85.65	92.59
5	15.0	99.50	84.88	92.19

试验条件:净化剂的总质量为2.0g;其它条件同表1。

表9进一步证明对二氯代苯的净化效果较差。加量较少时,所得配方的净化率综合值与表7中11号配方相近。

因此,复合型室内空气净化剂的最佳配方为:改性沸石含量64.75%、活性炭含量23.13%、过碳酸钠含量为4.63%,对二氯代苯含量7.5%。

2.6　净化剂的性能测定

2.6.1　净化剂作用时间

测定了不同作用时间下,复合型室内空气净化剂的净化效率。试验结果见表10。

表10　复合型室内空气净化剂作用时间

序号	时间(h)	净化率 η(%)		
		硫化氢	氨	综合值
1	4	97.74	84.10	90.92
2	8	98.98	86.09	92.53
3	12	99.65	86.21	92.93
4	16	99.66	86.23	92.94
5	18	99.66	86.24	92.95
6	24	99.68	86.27	92.97

试验条件同表9。

从表10可以看出,复合型室内空气净化剂作用时间,4h时,已有较高的净化率;8h后,其净化效果接近最大值。由此证明,该复合型室内空气净化剂是一种高效净化剂。

2.6.2　异味物质浓度对净化剂作用的影响

表11为测定的净化剂在不同浓度的异味物质中的净化效果。

表11　不同浓度的异味物质对净化剂作用的影响

序号	原始浓度(mol.L^{-1})		净化后浓度(mol.L^{-1})		净化率 η(%)		
	硫化氢	氨	硫化氢	氨	对硫化氢的净化率	对氨的净化率	综合值
1	0.07392	0.1634	0.0002883	0.02258	99.61	86.18	92.89
2	0.06210	0.1522	0.0001987	0.02100	99.68	86.20	92.94
3	0.05631	0.1498	0.0001633	0.02066	99.71	86.21	92.96
4	0.04356	0.1410	0.0001220	0.01942	99.72	86.23	92.97
5	0.03734	0.1311	0.00009708	0.01803	99.74	86.25	92.99
6	0.02918	0.1242	0.00005836	0.01699	99.80	86.32	93.06

试验条件同表9。

从表11可以看出,不论异味溶液中硫化氢和氨的浓度是如何变化的,复合型室内空气净化剂均有很高的净化率。

3　净化剂对室内空气的净化效果

将装有20.0g复合型室内空气净化剂的布袋,置于面积为20.0m^2、有一定异味的封闭房间里。结果,2h后嗅不到异味,并有一定的芳香气息,室内空气显著好转。

上述研究表明,综合利用改性沸石、活性炭对异味物质的吸附作用、过碳酸钠的氧化分解作用,以及对二氯代苯的掩盖作用,配制的复合型室内空气净化剂,对室内空气有显著的净化、除臭作用。

4　结论

(1)沸石、活性炭和过碳酸钠,对室内空气有一定的净化作用;对二氯代苯可以掩盖室内空气的异味,但净化作用较差。

(2)通过优化试验所研究出的改性沸石,具有较高净化作用。

(3)研究的复合型室内空气净化剂,对硫化氢和氨的净化率高达99.65%和86.21%;性能测定表明,所研制的复合型室内空气净化剂、净化效率高、作用效果显著、适用范围较广。

参考文献

[1]　GB/T16489－1996 亚甲基兰分光光度法测定水质中的硫化物.北京:科技出版社,2000:149～153.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[2] GB/T16489－1996 纳氏试剂比色法测定氨.北京:科技出版社,2000:56～58.
[3] 诸林.天然气加工工程.北京:石油工业出版社,1996:96～99.
[4] 尹代益.天然气化学.成都:成都科技大学出版社,1993:121～122.
[5] 张秋望,等.化工环境污染及治理技术.杭州:浙江大学出版社,1996:126～127.
[6] 兰淑澄.活性炭水处理技术.北京:中国环境科学出版社,1992:9～12.

(审稿:郭莉萍　编辑:米　盛)

Development of Complex Indoor Air Purificant

LIAO Jiu－ming　JIANG Xiao－ling　CHEN Jun

Abstract: Peculiar smelling substances in the air indoors are mainly composed of ammonia and sulfureted hydrogen. By using modified zeolites and active carbon to adsorb peculiar smelling substances, to oxygenate and disassemble sodium carbonate and to conceal paradichlorobenzene, complex indoor air purificant was confected. The purifying ratio of this purificant on sulfureted hydrogen and ammonia in the air indoors could be as high as 99.65% and 86.21% respectively. The experiment showed that the best formula for this purificant was: 64.75% of modified zeolites, 23.13% of active carbon, 4.63% of sodium carbonate and 7.5% of paradichlorobenzene.

Key Words: Air Purification; Purificant; Formula

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net