• 2 •

冷流式有机气体催化氧化研究

刘启才 郝吉明 徐康富 王庆丰

(清华大学环境工程系)

摘要 对二甲苯气体的冷流式催化氧化工艺进行的研究表明: 当二甲苯浓度为 16.71g/m³, 空速为 7083h⁻¹ 时, 不需辅助热量, 靠反应热可以维持反应的进行. 催化氧化反应的主要影响因素是催化床温度,只要维持床温在 240℃以上,二甲苯温度在 1-16.71g/m³ 范围内,不预热气体可在较低的进气温度下实现催化氧化反应.

有机废气是很多工业生产过程中排放的 大量气体污染物之一,尤其在印刷、喷涂、印 铁制品、油漆及有机化学试剂生产过程中普 谝存在, 有机废气主要含有烃类、芳烃及脂 族氧化物等组分,它们带有刺激性恶臭,能对 局部环境造成污染,危及安全和人体健康,并 且是形成光化学氧化剂的主要因素之一". 削减有机废气的排放量已成为劳动卫生和环 境保护的一个重要方面。 催化氧化法处理 上述低浓度有机废气,可以在较低温度(约 250-350℃) 下将有机组分氧化生成二氧化 碳和水,是国内外常用的有效方法。但是,目 前国内外使用的催化燃烧器普遍存在二个主 要问题:一是催化燃烧器的启动功率大,不 同程度上存在着辅助燃料用量多、启动时间 长的问题;二是催化燃烧器对有机废气浓度 波动的适应范围小。 当废气浓度增大时,由 于有机物分子数量增加,反应释热量亦增大, 导致催化床局部温度急剧上升,局部床温过 高,使催化剂烧结,影响催化燃烧器的操作特 性,本研究从多相催化作用的基本原理出发, 对冷流式催化氧化工艺进行了试验,即控制 催化床温度,使未经预热的气体在较低温度 下进入燃烧器,实现催化氧化反应,这样可 以从根本上解决催化燃烧系统启动功率大, 床温不易控制的问题。

一、实验装置和实验项目及方法

(一) 实验装置

实验用催化反应器为直径 45mm,长 500mm 的石英玻璃管。 其外壁装以直径 70mm,高 60mm 的真空保温套,整个实验系 统如图 1 所示。

实验采用的催化剂为:

(1) HR-I 型堇青石蜂窝状载铂催化剂 (中科院生态中心研制);

(2) NZP-1型天然丝光沸石颗粒状催化 剂(杭州大学化学系研制生产).

以二甲苯气体作为模拟有机废气,用挥 发法动态配气,实验过程配气的浓度变化不 超过6%。使用 SP-2305 气相色谱仪-氢火 焰离子化检测器进行分析。

根据工业上实际采用的空速和常见的有 机废气浓度,催化反应器空速选择在7,000-15,000h⁻¹之间,二甲苯浓度选定在1--16.71 g/m³范围. 采用240℃作为完全转化时的 操作温度.为了排除其它因素的影响,催化 床的上、下表面不填其它材料. 蜂窝状催化 剂和反应器壁间隙用石棉绳填塞.

(二)实验项目及方法

1. 可行性验证实验

用石英玻璃蛇形管电阻丝加热器对催化



图1 冷流式有机气体催化氧化实验系统流程图

 1.催化氧化反应器; 2.TB-85型恒温水浴; 3.二甲苯挥发器; 4.玻璃温度计; 5.控温器; 6.转子流量计;
7.直流气泵电流表; 8.真空保温套; 9.催化床; 10.不锈钢丝网填料; 11.蛇管加热器; 12.电源转换开关;
13.测温显示转换开关; 14、15.进出气取样口; 16.热电偶冷端温度 17.XCT-101 温控显示仪; 18.TDG-0.5 调压变压器; 19.管外电炉丝加热器; 20.液体二甲苯定量注射器; I. II. III. IV. V. VI. 气体阀门; a、b、c、d.E-WRK-EA2 热电偶测温点.

床表面直接加热,加热器厚度约 6mm,距催 化剂表面约 5mm。 当催化剂进口表面被加 热到操作温度时,记录催化床进口表面温度 *T*₀,床中心温度*T*_m,床出口表面温度*T*₅和反 应器出口温度*T*_{ov}. 随后通入一定浓度的二 甲苯气体.此时,由于氧化反应放出热量,使 催化床温度逐渐升高.进气浓度越高,反应 放热量越大,催化床温度上升亦越高.可适当 降低加热功率保持催化床进口温度在操作温 度范围内.当二甲苯浓度达到 16.71g/m³(相 当 38.5%LEL*)时,停止外部加热,使进气温 度维持较低水平,仅靠反应放热进行催化氧 化反应.

2. 两种加热方式的比较实验

为了对冷流式直接加热和预热气体两种加热方式的结果进行比较,每做一组冷流式 催化氧化反应实验以后,在相同的条件下,改 变加热方式,对进气气流加热,靠加热气体预 热催化床,当进口表面达到操作温度时,先使 床温稳定(或基本稳定),在等量空气流动的 情况下通入二甲苯气体.测定净化效率、加 热功率和催化床各点的温度.实验气体浓度 在1--6g/m³(相当于2.3%LEL-13.8%LEL) 范围,以便提供工业应用的相比性和设计参数. 自维持反应实验和冷流式最高床温的测定在气体浓度相当于 20%LEL—38.5%LEL的浓度范围内进行.

3. 冷流式催化氧化反应系统的空白实验

只通空气的空白实验内容包括:(1)测 定冷流式催化床在不同空速条件下的温度分 布和所需的加热功率.(2)验证石英玻璃蛇 管加热器在不填催化剂、控制 T。和相应所需 的加热功率的条件下,对进气气流的加热作 用和可能直接燃烧的程度.

二、实验结果及讨论

1. 可行性实验结果

如表1所示,当二甲苯浓度为16.71g/ m'、空速为7,083h⁻¹、T₀为260℃时,冷流式催 化氧化反应不需外加热量,靠反应释热维 持.实验连续运行八小时催化床温度不超过 470℃,反应器出口温度低于170℃.表现出 冷流式催化氧化具有催化床温度和反应器出 口温度较低的特殊效果.对于预热法来说,

^{*} LEL (Lower Explosion Limit)爆炸浓度下限。

	the second s								
实验时间	宝哈历时	取样间隔 (min)		催化床溘	【度(℃)	the take of a 17*	VF (1, 24, -24	{	
	(min)		进口表面温度 T。	床中心温度 了,	出口表面温 度 T,	反应器出口 温度 T _{ou}	(V)	(%)	备注
8:40]	18	18	18	18			
9:20	40		260	240	242	90	85		催化床预热阶段.
9:21	41	1	260	240	242	90	85		床温稳定后开始通
9:32	52	11	539	390	400	102	0	>99	二甲苯气体.
9:36	56	4	400	450	463	120	0	>99	
9.45	65	9	300	435	453	148	0	>99	
10:18	93	33	282	428	435	155	0	>99	
10:55	135	37	290	425	441	157	0	>99	
11:55	195	60	305	426	448	157	0	>99	
12:30	230	35	295	458	470	170	0	>99	
13:30	290	60	305	445	465	170	0	>99	床温维持不变.
16:40	480	19)	305	450	465	165	0	>99	

表 1 高浓度二甲苯(16.71g/m³) 自维持反应的床温变化

要做到这一点是不可能的"。实验发现:反应 开始后催化床进口表面温度 T。迅速上升,随 后其中部和下部温度上升,而反应器出口温 度则上升较慢. 这表明,当气体浓度很高时, 反应主要在床的中部和上部完成, 净化效率 很快达到 99% 以上。随着反应的进行,催化 床吸收反应热,床温分布趋于稳定,床层进口 表面在低温气流冲击下温度维持在 300℃ 左 右.此结果突破了催化氧化必须在热气流条 件下才能实现的传统催化氧化工艺,进一步 证明有机废气催化氧化反应的决定因素是催 化床温度,并且发生在催化剂表面上。因 此,只要保持催化床温度,冷态反应物分子靠 其在催化剂隙间的碰撞,首先吸附在热的催 化剂表面上,通过催化作用降低了反应活化 能,并且和表面的活性氧(如O²⁻、O₂和O⁻ 等)反应,使吸附和反应过程能在瞬间完成, 释放反应热,由于固体催化剂具有较大的热 容,当加热到一定温度后,虽受冷气流作用, 但反应热可以及时地使床温回升,不会使其 温度降低幅度过大而影响反应进行.

表 2 是二甲苯浓度为 8.2g/m³(相当于 18.9%LEL),空速为 7.083h⁻¹时自维持反应 的结果. 它表明当有机废气浓度较低时,冷 气流对床层的冷却作用增强. 床温预热至

260℃,加热电压为90V时开始实验。反应 开始后催化床进口表面温度 T_0 迅速上升,二 甲苯在进口表面反应的比例很大,催化床中 部T,和出口表面T,值升高不明显。尽管温 度分布未达到平衡,但是表明催化床温度是 反应的先决条件,并且反应热可以很快使床 温升高,迅速为催化床表面补充能量,这对冷 流式催化氧化过程是非常重要的。当停止加 热以后,由于二甲苯浓度相对较低,反应放热 为催化床表面提供的能量有限致使T。下降. 于是反应区下移,在催化床的中部和下部温 度上升,所进行的催化反应能保持99%以上 的净化效率。适当提供外加热量后反应区则 上移. 尽管这时需要提供一定的外加热量, 但与预热式相比量较小(可从表3看出)。此 外、若对催化剂和加热器的洁构加以改进即 可改善冷气流对床温的影响。通过这项实验 可以看出:(1)冷气流对催化床进口表面的 冷却作用可使T。下净,但反应仍能持续一段 时间,在必要时只需少量加热可以维持反应. (2) 催化床温度和反应器出口温度与高浓度 时的值比较接近,表明催化床的蓄热作用可 使冷气流对床温的降低限制在一定范围.(3) 由于 T。变化的可调性,对反应区的 位移明 显,有利于控制庆温。

实验时间	才心正叶	取样间隔 (min)		催化床温	1度(C)	加热电压	净化效率	A4 33-	
	头盔肋的 (min)		进口表面温	床中心温度 T _m	出口表面温 度 T ,	反应器出口 温度 T _o ,	(V)	(%)	备注
20:24			260	240	2 ‡5	131	100		催化床预热和床温
20:33			260	240	240	130	90		稳定阶段.开始通
20:35	11	2	460	270	270	110	9 0		入二甲苯气体.
20:42	18	7	455	410	420	120	40	>99	1
20:45	21	3	340	450	470	130	0	>99	
20:47	23	2	300	445	470	140	0	>99	
20:49	25	2	270	435	455	147	0	>99	
20:51	27	2	250	423	442	150	0	>99	
20:53	29	2	2 3 8	415	435	150	0	>99	
20:55	31	2	228	410	428	153	0	>99	
21.01	37	6	210	405	422	158	Û	>99	
21:11	47	10	210	402	420	160	U	>99	
21:26	62	15	200	402	420	158	0	>99	
21:35	71	9	178	405	425	158	0	>99	
21:43	79	8	138	408	430	160	0	>99	
21:50	86	7	90	412	435	160	0	>99	
21:55	91	5	70	418	440	160	0	>99	床温分布尚卡平衡

表 2 低浓度二甲苯(8.2g/m3)冷流条件下床温变化

2. 两种加热方式实验结果的比较



选定空速为15,000h⁻¹,二甲苯浓度为 1.2 g/m³ 和 1.713g/m³ 分別进行两种加热方法 的对比实验.在 T_☉ 为 240℃ 时开始通气,反 应开始阶段催化床温度和效率的关系示于图 2. 它表明在相同条件下,反应初始阶段冷流 式比预热式的净化效率高.这是由于催化床 温度对反应有利所致,但是反应进行一段时间以后,两种加热方式皆能使净化效率达到 99%以上.

表3列出在相同浓度和空速条件下两种 加热方式的净化效率、加热功率和温度分布 的比较。由表可见,当预热T。至240℃时, 二甲苯的净化效率很决达到99%以上,两种 加热方式的净化效率相同。两者的区别是床 温分布和加热功率各不相同, 冷流式比预热 式所需的外加热功率低近 50%. 原因是前 者仅对催化床加热而无需对气体加热,从而 降低了能耗。由图 2 和表 3 的结果表明,低 浓度(1.2-5.5g/m³范围)二甲苯气体催化氧 化同样只与催化床温度有关,只需提供二甲 苯完全转化的最低催化床温度,即可达到满 意的净化效果,实验还表明预热法的启动时 间比冷流式的长. 而启动时间短、启动功率 低的优势使冷流式在工业应用中具有较强的 竞争性.

3. 催化床的温度分布和反应器出口温度 的比较

表 3 相同浓度和空速条件下,不同加热方式时催化床温度分布、净化效率和加热功率的比较

实验时间	取样间隔 (min)	加热方式	流量 (L/min)	浓度 (g/m³)	净化率 (%)	催化床进口 表面温度 了。	床中心温度 了,	催化床出口 表面温度 <i>T</i> ,	反应器出口 温度 T _{ou}	加热功率 (W)
3:15		直接加热	10		-	262	230	230	125	73.8
3:18	3		10	5.3		280	260	230	125	73.8
3:20	2		10	5.3		380	265	230	125	73.8
3:30	10		10	5.3	99.1	460	270	260	150	73.8
3:30以后*			10	5.3		同上	同上	同上	同上	73.8
10:50		预热式	10	5.3		240		230	145	147.3
10:53	3		10	5.5		260		380	160	147.3
10:57	4		10	5.5		302		520	230	147.3
11:00	3		10	5.5	99.46	312		532	260	147.3
11:00以后*			10	5.5		同上		同上	同上	147.3

* 实验达到此温度分布后,床温基本保持不变.

在空速和浓度相同的条件下,两种加热 方式的催化床温度分布和加热电压的关系曲 线示于图 3. 由图可见: (1)催化氧化开始 时,冷流式 T。温升远大于预热式.降低加热 电压后预热式的 T。下降比冷流式的明显,而 两者的 T5变化不大. (2)冷流式的 T。...比预 热式的低. 在二甲苯浓度为 5.5g/m³的条件 下,反应开始以后降低加热功率,T。仍然在 操作温度以上,可以维持反应进行. 通过调 节外加热功率,使其处于合理值,而净化效率 仍然很高.当外加热功率降低到 23.8W(相对 电压为 50V)时,T。降到 240℃ 以下,反应的



图 3	两种加热方式的外加电压和床温变化关系
a	为冷流式催化氧化反应的 u-T 曲线;
Ь	为预热式催化氧化反应的 u-T 曲线;
Α	表示催化床出口表面的温度 T;;
В	表示催化反应器出口温度 T _{ou} ;
С	、D 表示 a、b 催化反应器进口表面温度 T。;
* *	* 分别为a、b两种加热方式的外加电压值(V)

高温区下移。由图可见通过调节加热功率可 以使T。改变较快、当T。继续下降时,说明 气流对床层的冷却作用加强,适当增大加热 功率可使 T。增大,维持其在所需的温度范 围。 当气体浓度增大时,反应放热使T。增 大,反应的高温区上移,而 T_m 、 T_5 和 T_{ou} 相对 较低,使床的中部和下部具有可升温的余地. 通过降低加热功率使 T。和上部温度适当降 低,反应的高温区下移,充分利用反应热维持 反应进行。这种通过床内温度分布进行调节 控制的作用要比预热法的外部调节 更有效, 可以认为它是冷流式催化氧化的另一个突出 特点、从根本上解决工业应用中由于浓度波 动带来的床温不易控制的问题。实验表明冷 流式催化氧化反应器出口温度比预热式低. 加热器对床层进口表面的直接加热作用可以 保证其维持 To和 Tm 在反应温度范围,当有 机废气进入床层后,首先在进口表面反应同 时释放反应热。而反应是在催化剂"活性中 心"作用下在催化剂表面进行的,化学反应在 表面放出的热量被催化剂所接受,辅以在催 化剂表面的加热器连续辐射加热作用,抵消 了冷气流对床层的冷却影响,达到能量均衡 效果。同时由于反应物分子的碰撞作用有利 于表面化学吸附,使反应瞬间完成,停留时间 的影响变小^[3],故可在催化床出口前完成氧

实验时间	加热方式	气体浓度	(g/m ³)	净化率 (%)		加热由压			
		进口	出口		进口表面温 度 T ₀	床中心温度 了"	出口表面温 度 T,	反应器出口 温度 T _{ou}	(V)
11:15	直接加热				250	263	220	123	54
11:17		1.52	0.337	77.8	260	263	222	130	54
11:19		1.52	0.113	92.5	272	264	225	130	54
11:21		1.52	0.024	98.4	283	270	235	130	54
11:27		1.52	0.0119	99.2	303	300	245	138	54
10:10	预热气体				250	250	240	120	112
10:16		1.76	0.67	62	250	262	250	123	112
10:18		1.76			252	302	252	130	112
10:21		1.76	0.625	65	260	330	260	140	112
10:28		1.76	0.018	99	270	345	280	150	112

表 4 丝光沸石颗粒状催化剂在不同加热方式时的净化率和床温

注: 两种加热方式均在十几分钟后稳定,床温基本保持不变.

化反应过程,并且催化床仍然保持一定的活 化结构余量.反应后床温升高表明催化剂 具有较强的蓄热能力,而气流在床层中的对 流换热与催化剂之间的热传导和辐射作用较 小,使冷气流温升有一定限度^[4].相比之下, 预热式的催化床中部和下部温度较高,反应 在床的中部和下部进行较快,反应热使这部 分温度升高或者反应平衡时高温区稳定在中 部和下部,进气温度较高,和反应热叠加作用 使出口温度显著提高,并且随气体浓度增加 而提高,当浓度达到 20% LEL 以上,床温的 最大值极易超过催化剂的承受极限而导致局 部烧结.冷流式催化氧化即使浓度高于 20% LEL 仍表现出适宜的床温和反应器出口气 浑.

为了和蜂窝状催化剂比较,还做了NZP-1型丝光沸石颗粒状催化剂两种加热方式的 氧化反应实验,结果列于表4. 在相同的实 验条件下,丝光沸石颗粒状催化剂表现出以 下特点:(1)净化效率与蜂窝状催化剂相同, 温度分布相似.(2)床温稍高于蜂窝状催化 剂.(3)外加热功率略低于蜂窝状催化剂. 丝光沸石颗粒状催化剂的两种加热方式相 比:①冷流式的启动时间和加热功率仍比预 热式的低,且差距增大,加热功率比预热式 低约 50%. ② 反应器出口温度比预热式的 低。由于颗粒间气流扰动和接触时间增加, 颗粒传热面积较大使预热时的加热效率高, 热负荷大而降低了加热功率、缩短了启动时 间。



图 4 冷流式催化氧化 T-W 和 u-W 空白实验曲线

T_{ou}-W 关系曲线
T₅-W 关系曲线
T_m-W 关系曲线
W-u 关系曲线
T_a = 240℃

4. 冷流式催化氧化反应系统空白实验结 果

在不通入二甲苯的情况下,空速-温度和 空速-加热电压的关系示于图 4. 实验用空 速分别为 10,000h⁻¹、11,667h⁻¹、13,333h⁻¹、 14,176h⁻¹和 15,000h⁻¹. 图中表明随着空速 环境科学

表 5 加热器对气体的预热和直接燃烧作用

与休孙米	流量	浓度(g/m³)		加热功率				
	(L/min)	进口	出口	T _o	T _m	T ₅	Tou	(W)	
空气	18			230	160	150	80	85.9	
二甲苯	18	3.1	0.85	235	105	152	83	85.9	

增大,床层对流传热能力亦增大,带走的热量 也越多,导致所需的外加热电压增大.反应 器出口温度由相间温差和加热器对气体的预 热两种作用构成.

为了考察加热器对气体预热和直接燃烧 的影响, 取实验所用的最大加热功率(85.9 W), 不填催化剂对二甲苯作加热实验,结果 列于表5.加热器使气体平均升温约 150℃, 与预热式相比低 100℃. 加热器对气体的预 热影响可以通过改进加热器和催化床结构而 得到改善.加热器对二甲苯的直接燃烧影响 不大,实验结果表明:以冷流条件为主导能 实现有机气体催化氧化反应.

三、 结 论

通过本项研究,可得出以下初步结论: 1. 冷流式有机气体实现催化氧化是可行的. 在浓度为 16.71g/m³ 时,有机废气可实 现自维持反应.

 2. 与预热式相比冷流式具有启动时间 短;启动功率低;气体浓度在1-6g/m³范围 内催化氧化所需外加热功率低等优点.

3. 采用冷流式可使催化床内部的温度调 节更加灵敏,易于控制,可改善催化床局部过 热的问题。

&谢:本研究得到了中科院生态中心顾 其顺、贺兆其,浙江大学袁贤鑫等同志的帮 助,特别是得到了国家环保局的支持和资助, 谨表谢意.

参考文献

- [1] Jennings, M.S. et al., PB84-225762, Vol. 1.
- [2] 刘启才,清华大学硕士学位论文集 35 页,1989年.
- [3] Vishnu. S. Katari, JAPCA, 37(1),91-99(1987).
- [4] 西德工程师学会,传热手册,232页,化学工业出版 社,1983年.

(收稿日期: 1989年10月5日)

室内小煤炉采暖对尿中 1-羟基芘的影响

赵振华 全文熠 田德海

(北京市环境保护科学研究所)

摘要 用尿中 1-羟基芘作为指标,观察了室内用小煤炉采暖、暖气采暖和非采暖季节时相同人群尿中 1-羟基芘 的变化。自身对照和人群对比的测定结果,经数理统计检验后均证明: 用小煤炉采暖时人尿中的 1-羟基芘显著 高于用暖气采暖或不采暖时的结果,表明用小煤炉采暖造成了室内空气中多环芳烃的严重污染。 用尿中 1-羟基 芘可做为人体接触空气中多环芳烃污染的一个特异、灵敏的指标。

小煤炉燃煤造成空气中多环芳烃化合物 (PAHs)的严重污染,我国目前仍有很多地

Chinese Journal of Environmental Science

Research on Catalytic Oxidation of Organie Vapors by Unheated Stream. Liu Qicai et al. (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): Chin. J. Environ. Sci., 11(2), 1990, pp. 2

This paper focuses on the process and mechanism of catalytic oxidation of xylene vapor by unheated stream. The results demonstrate that the process of catalytic oxidation by unheated stream is possible, and the reaction may be maintained by reaction heat without auxiliary heat required at the xylene concentration of 16.71 g/m^3 and the volumetric velocity of 7083 h⁻¹. The main factor affecting the catalytic oxidation is the temperature of catalyst bed, and the reaction can be realized at a low temperature (about 513k) of inlet stream containing orgainc vapor by the concentration of $1-16.71 \text{ g/m}^3$. Comparing with the process by heated inlet stream, the catalytic oxidation process by unheated stream is characterized by relatively lower temperature of catalyst bed and the outlet stream, less time and less power required for starting the system, and easily controlling the temperature of the catalyst bed.

The Effect of Indoor Heating with a Coat Range on 1-Hydroxypyrene in Urihe. Zhao Zhenhua, Quan Wenyi, Tian Dehai (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection): Chin. J. Environ. Sci., 11(2), 1990, pp. 8

The changes of 1-hydroxypyrene in urine of the same households have been observed in the periods of heating with coal ranges or central heating or non-heating. The urinary 1-hydroxypyrene of several groups of people has been detected as an index. The results of statistic analysis shown that its level in the persons of indoor heating with coal ranges is higher than that of central heating or that in non-heating period. So the results demonstrate that indoor air pollution of polynuclear aromatic hydrocarbens(PAHs) is serious in the households with burning coal. It is suggested that urinary 1-hydroxypyrene can be used as a specific sensitive index for human exposure to genotoxic PAHs from burning coal.

Carbon Reserves in the Sea Area of the Zhujiang River Estuary. Han Wuying, Cai Yanya, Rong Ronggui (South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guanzhou): Chin. J. Environ. Sci., 11(2), 1990. pp. 12

The amount of carbon in the sea region of the Zhujiang River Estuary has been calculated with the practically surveyed data, of which are divided into four carbon reseves: hydrosphere, nonliving particle, biosphere and sediment. The carbon amount of each reserve is as follows: hydrosphere reserve is about 300×10^{6} kg; nonliving particle about 11×10^{6} kg; biosphere reserve about 3×10^{5} kg and sediment one about 698×10^{6} kg. In the paper, some problems on distribution of different speciation of carbon in the region have also been discussed.

Effects of Refuse Compost from Urban Sources es on Wheat-Growth and Soil. Zhang Yanyi, Guo Dehui, Fang Ting (Hubei University, Wuhan), Fan Man (Wuhan Institute of Environmental Hygiene): Chin. J. Environ. Sci., 11(2), 1990, pp. 17

Urban refuse composts utilized as fertilizer has been studied on growsh of wheat and soil by using pot-cultivated experiments. The results show that organic matter in soil increased, soil acidity and viscidity decreased, and growth of wheat was significantly promoted. However, the content of some heavy metals increased slightly in wheat grains.

The Linear Graphic Method for Determining Longitudinal Dispersive Coefficient of the Streams by Tracer Test. Guo Jianqing, Wen Ji (Institute of Farmland Irrigation, Ministry of Water Conservancy): Chin. J. Environ. Sci., 11(2), 1990, pp. 24

The aim of this work is to decribe that linear graphic method or linear repression method can be used to calculate longitudinal dispersive coefficient of flows in a river and its main current velocity.

The Kinetics of Complete Oxidation of Iso-Butyl Alcohol on Pt/Al₂O₃ Catalyst. Yu Qiquan, Jin Yun, Yang Zechang (Department of Chemistry, Peking University, Beijing): Chin. J. Environ. Sci., 11(2), 1990, pp. 28

The kinetics of complete oxidation of iso-butyl alcohol on Pt/Al_2O_3 catalyst has been investigated by the external recirculation gradientless reactor. It is described by the L-H model of adsorption of iso-butyl alcohol and oxygen with inhibition of carbon dioxide. The parameters of the kinetics equation are estimated by the method of orthogonal design. The adsorption heat of iso-butyl alcohol, oxygen and carbon dioxide have been determined by the pulse method.

The Effects of Ozone on Respiration of the Plants Fuchsia hybrida Voss. and Vicia faba L.