

校園實驗室廢棄物之現況 調查及因應方案解析

成功大學環資中心
中華民國九十六年12月



壹、相關法令

• 水污染防治法

訂定「水污染防治法事業分類及定義」 94.12.06

污染防治法第二條第七款所稱之.... 其他中央主管機關指定之事業分類、定義...35.實驗、檢(化)驗、研究室:具有實驗、檢(化)驗或研究室之學校、學術、研究機構或政府機構。

修正「應先檢具水污染防治措施計畫之事業種類、範圍及規模」 95.04.26→96.07.01實施

水污染防治措施及檢測申報管理辦法 95.10.16



壹、相關法令

- 廢棄物清理

廢棄物清理法 (95.05.30.)

事業，係指農工礦廠(場)、營造業、醫療機構、公民營廢棄物清除處理機構、事業廢棄物共同清除處理機構、學校或機關團體之實驗室及其他經中央主管機關指定之事業。

教育機構事業廢棄物共同清除處理機構管理辦法 (92.02.07.)

公告應檢具事業廢棄物清理計畫書之事業 96.02.27

(二十二)產出有害事業廢棄物之大專院校或學術研究機構實驗室。

公告應以網路傳輸方式申報廢棄物之產出、貯存、清除、處理、再利用、輸出及輸入情形之事業 96.02.27

公告以網路傳輸方式申報廢棄物之產出、貯存、清除、處理、再利用、輸出及輸入情形之申報格式、項目、內容及頻率

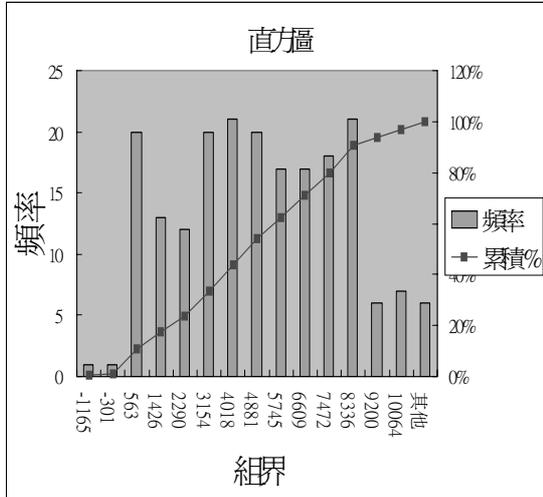
貳、廢棄物分類

一、以廢液產生相容性進行分類

基於不相容性或安全要求

- 有機廢液：鹵素、非鹵素、廢油
- 無機廢液：氰系、汞系、酸性、鹼性、重金屬
- 固體廢棄物：生醫廢棄物(可燃及不可燃)、
有害固體廢棄物

廢液檢測-A~C類有機(熱值分佈)



組界	頻率	累積 %
-1165	1	0.50%
-301	1	1.00%
563	20	11.00%
1426	13	17.50%
2290	12	23.50%
3154	20	33.50%
4018	21	44.00%
4881	20	54.00%
5745	17	62.50%
6609	17	71.00%
7472	18	80.00%
8336	21	90.50%
9200	6	93.50%
10064	7	97.00%
其他	6	100.00%

熱值分佈未有集中的現象

其他

標示A~C類廢液的成份

		TCLP標準						0.2	5.0	5.0	5.0	1.0	5.0	15.0		
學校	標示	樣品數	含水率%	熱值 Cal/g	氯 Ppm	硫 Ppm	汞 Ppm	砷 ppm	銀 ppm	鉛 ppm	鎘 ppm	鉻 ppm	銅 Ppm	鋅 ppm	鎳 Ppm	
A校	A 含鹵	32	5.12	6577	108908	5855	4.86	2.97	18.1	3.49	10.1	18.9	28.2	50.6	8.75	
B校		23	6.49	3986	478208	158	3.47	1.62	6.90	3.60	8.06	36.4	2.94	6.04	3.70	
C校		33	22.3	3894	209205	509	2.08	0.98	6.43	1.82	7.80	16.0	6.39	3.84	4.08	
D校		10	15.0	5255	277363	699	2.38	9.16	7.85	2.08	8.57	17.5	5.00	5.53	2.69	
整體		98	12.2	4931	246543	2192	3.35	2.62	10.5	2.81	8.69	21.9	12.6	19.8	5.37	
A校	B 不含鹵	32	50.2	2778	4207	3472	7.25	1.40	58.1	7.90	12.6	25.8	435	24.1	3.24	
B校		-														
C校		35	34.0	3307	26084	428	1.28	0.56	7.83	1.53	7.03	8.21	1.15	6.99	1.67	
D校		25	18.4	6354	48770	685	1.39	0.70	6.68	1.22	7.16	8.47	1.22	5.18	1.63	
整體		92	35.4	3951	25328	1492	3.26	0.87	23.9	3.52	8.89	14.0	142	12.1	2.17	
A校	C 廢油	6	0.06	6951	438	3882	3.28	5.70	6.02	42.6	21.9	25.5	6.00	833	17.0	
B校		2	0.11	1073 5	8342	2227	0.70	0.35	4.10	0.55	5.20	4.30	0.45	1.3	0.80	
C校		2	47.8	5992	511	251	1.65	0.60	9.55	2.55	12.9	9.20	1.30	5.8	1.60	
D校		-														
整體		10	9.62	7516	2211	2707	2.34	3.38	6.38	24.4	16.2	17.2	3.72	464	7.00	

標示D~H類廢液的成份

TCLP標準							0.2	5.0	5.0	5.0	1.0	5.0	15.0
學校	標示	樣品數	氯 ppm	硫 ppm	氟 ppm	高鹵COD ppm	汞 ppm	As ppm	銀 ppm	鉛 ppm	鎘 ppm	鉻 ppm	銅 Ppm
C校	D CN	2	16	6.1	0.0		0.00	0.5					
D校		1	995	6.8				0.5					
整體		3	342	6.3	0.0		0.00	0.5					
C校	E Hg	1	4410	0.1	0.3	74	2403	1.60	916	0.01	0.01	15.2	0.02
D校		3	11522	0.7	0.0	1029	829	0.83	3.14	0.02	1.98	12.2	3.7
整體		4	9744	0.6	0.1	791	1223	1.03	231	0.01	1.49	13.0	2.8
A校	F 酸	34	19742	0.4	6.7	231455	5.1	2.08	0.31	8.21	0.34	12.3	11.1
C校		33	15850	0.4	6.3	77080	0.7	0.63	0.07	0.17	0.02	36.9	18.3
D校		7	15291	5.2	4932	2014	354	0.66	0.18	0.02	1.94	0.63	0.14
整體		74	17579	0.9	581	143605	48.9	1.29	0.16	2.78	0.38	24.0	13.5
A校	G 鹼	35	4508	1.6	0.2	160955	0.0	0.90	0.02	0.33	0.21	0.25	0.12
C校		8	3545	0.6	0.1	19118	0.0	5.08	0.01	151	0.01	0.02	0.42
D校		2	3940	0.0	0.0	4380	1.0	0.45	0.19	0.02	0.04	0.04	247
整體		45	4312	1.3	0.1	128781	0.1	1.65	0.03	34.4	0.16	0.18	16.1
A校	H 重金 屬	11	39625	0.8	0.1	326453	0.0	2.45	0.72	0.84	0.57	42.5	7282
B校		5	11830	0.1	0.0	26758	0.1	0.64	90.0	0.90	0.06	0.01	0.02
C校		40	6372	1.0	0.7	205924	136	0.84	112	0.65	0.38	21.1	12150
D校		45	31011	1.4	17.6	2778	106	1.28	0.2	1.70	0.10	1079	3555
整體		101	21601	1.2	9.0	122032	100	1.20	43.8	1.30	0.20	598	6420

毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準

分析項目	英文名稱	溶出試驗標準 (毫克/公升)
一、農藥污染物		
(一)有機氯劑農藥	Organic Chloride pesticides	○·五
(二)有機磷劑農藥	Organic Phosphorous pesticides	二·五
(三)氨基甲酸鹽農藥	Carbamates pesticides	二·五
二、有機性污染物		
(一)六氯苯	Hexachlorobenzene	○·一三
(二)2,4-二硝基甲苯	2,4-Dinitrotoluene	○·一三
(三)氯乙烯	Vinyl chloride	○·二
(四)苯	Benzene	○·五
(五)四氯化碳	Carbon tetrachloride	○·五
(六)1,2-二氯乙烷	1,2-Dichloroethane	○·五
(七)六氯-1,3-丁二烯	Hexachlorobutadiene	○·五
(八)三氯乙烯	Trichloroethylene	○·五
(九)1,1-二氯乙烷	1,1-Dichloroethylene	○·七
(十)四氯乙烯	Tetrachloroethylene	○·七
(十一)2-(2,4,5-三氯酚丙酸)	2-(2,4,5-TP) (Silvex)	一·〇
(十二)2,4,6-三氯酚	2,4,6-Trichlorophenol	二·〇
(十三)硝基苯	Nitrobenzene	二·〇
(十四)六氯乙烷	Hexachloroethane	三·〇
(十五)吡啶	Pyridine	五·〇
(十六)氯仿	Chloroform	六·〇
(十七)1,4-二氯苯	1,4-Dichlorobenzene	七·五
(十八)2,4-二氯苯氧乙酸	2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid	一〇·〇
(十九)氯苯	Chlorobenzene	一〇〇·〇
(二十)五氯酚	Pentachlorophenol	一〇〇·〇
(二十一)總甲酚	Cresol	二〇〇·〇
(二十二)丁酮	Methyl ethyl ketone	二〇〇·〇
(二十三)2,4,5-三氯酚	2,4,5-Trichlorophenol	四〇〇·〇

毒性特性溶出程序(TCLP)溶出標準

三、有毒重金屬		
(一)汞及其化合物(總汞)	Mercury and Mercury compounds	○·二
(二)鎘及其化合物(總鎘)	Cadmium and Cadmium compounds	一·○
(三)硒及其化合物(總硒)	Selenium and Selenium compounds	一·○
(四)六價鉻化合物	Hexavalent chromium	二·五
(五)鉛及其他化合物(總鉛)	Lead and Lead compounds	五·○
(六)鉻及其化合物(總鉻)(不包含製造或使用動物皮革程序所產生之廢皮粉、皮屑及皮塊)	Chromium and Chromium compounds	五·○
(七)砷及其化合物(總砷)	Arsenic and Arsenic compounds	五·○
(八)銀及其化合物(總銀)(僅限攝影沖洗及照相製版廢液)	Silver and Silver compounds	五·○
(九)銅及其化合物(總銅)(僅限廢觸媒、集塵灰、廢液、污泥、濾材、焚化飛灰或底渣)	Copper and Copper compounds	一五·○
(十)鋇及其化合物(總鋇)	Barium and Barium compounds	一○○·○

目前廢液分類的問題

• 方便分類或儲存

若要確實分類適必需針對不同的實驗過程的廢液，分別置於適當的廢液桶，在空間有限的實驗室操作上產生困難。

• 多樣有害廢棄物的標示

依據TCLP(毒性特性溶出試驗)的標準適必出現同一桶廢液有多項超過溶出標準，其標示與申報上如何作業。

資料顯示高熱值的不含鹵素廢液(經混合後)，含2.5%的氯、3.3ppm的汞、23.9ppm的銀、8.9ppm的鎘、21.9ppm的鉻，難以區分廢液的內容物。

• 儲存的安全性(未分類傾倒廢液)

89年六月某校機械系因不慎將不相容的廢液混合引起爆炸造成受傷。

88年某校電機系儲存強氧化性酸液的塑膠桶因為材料劣化破裂，造成強酸溢漏滿地，幸而無人受傷。

88年某校儲存含氯有機廢液的安全鋼桶被某實驗室倒入含氯酚之廢液，致鋼桶接縫被腐蝕發生滲漏。

92年某校生物系廢液傾倒未分類導致不相容混合引起濃煙並嗆傷。

93年某校材料系廢液因分類不確實將不相容的廢液混合引起冒煙，幸而無人受傷。

貳、廢棄物分類

二、實驗廢棄物以處理功能分類

「水泥窯或旋轉窯使用廢溶劑作為輔助燃料認定原則」中華民國九十年四月二日(九〇)環署廢字第〇〇一九七四九號函

可以作為燃料的條件

- 廢溶劑之熱值應高於2,000 Kcal/Kg。廢溶劑之灰分應低於12%。
- 廢溶劑之含氯量應低於1000 ppm，芳香族氯化物不得檢出。廢溶劑之含硫量應低於2%。
- 廢溶劑之含Pb、Cd、Cr、Zn、As、Hg量各應低於50 ppm。
- 廢溶劑之pH值應介於4~12.5之間。
- 不含水份

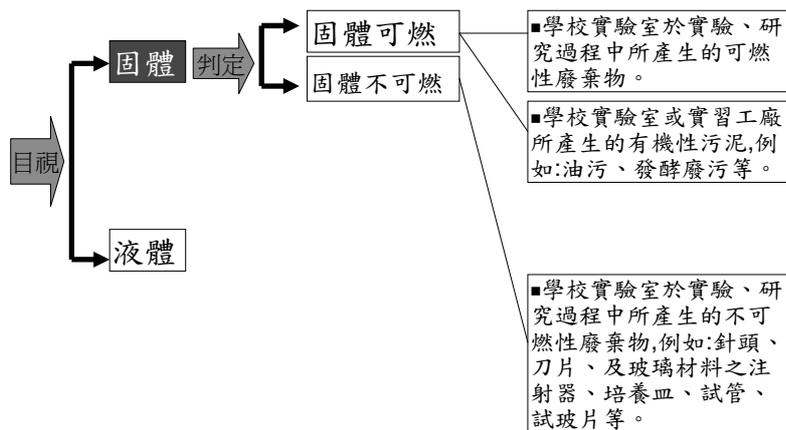
環資廠目前可處理的項(焚化處理)

種類	代碼	種類	代碼	種類	代碼
2,3,7,8-四氯戴奧辛	C-0120	不含鹵化有機之廢化學物質	D-2302	(可燃)受污染之動物屍體、殘肢、用具	C-0505
有機氯劑農藥	C-0121	有機磷劑農藥	C-0150	(可燃)手術或驗屍廢棄物	C-0506
四氯化碳	C-0122	氨基甲酸鹽農藥	C-0151	(可燃)實驗室廢棄物	C-0507
氯苯	C-0123	苯	C-0152	(可燃)透析廢棄物	C-0508
氯仿	C-0124	間-甲酚	C-0153	(可燃)隔離廢棄物	C-0509
1,4-二氯苯	C-0125	鄰-甲酚	C-0154	(可燃)其他經中央主管機關會同目的事業主管機關認定對人體或環境具危害性，並經公告者	C-0510
1,2-二氯乙烷	C-0126	對-甲酚	C-0155	可燃感染性事業廢棄物混合物	C-0599
1,1-二氯乙烯	C-0127	丁酮	C-0156	滅菌後之非感染性事業廢棄物	D-2101
六氯-1,3-丁二烯	C-0128	吡啶	C-0157	一般性醫療廢棄物混合物	D-2199
六氯苯	C-0129	2,4-二硝基甲苯	C-0158	固體廢棄物於常溫常壓可因摩擦、吸水或自發性化學反應而起火燃燒引起危害者	C-0302
六氯乙烷	C-0130	總甲酚	C-0159	(不可燃)廢棄之感染性培養物、菌株及相關生物製品	C-0601
五氯酚	C-0131	硝基苯	C-0160	(不可燃)廢棄物之尖銳器具	C-0604
四氯乙烯	C-0132	有機化合物且超過溶出標準之混合廢棄物	C-0169	(不可燃)受污染之動物屍體、殘肢、用具	C-0605
三氯乙烯	C-0133	廢液閃火點小於60°C (不包含乙醇體積濃度小於34%之酒類廢棄物)	C-0301	(不可燃)實驗室廢棄物	C-0607
2,4,5-三氯酚	C-0134	其他易燃性事業廢棄物混合物	C-0399	(不可燃)透析廢棄物	C-0608
2,4,6-三氯酚	C-0135	廢油漆、漆渣	D-1701	(不可燃)隔離廢棄物	C-0609
氯乙稀	C-0136	廢熱媒油	D-1702	(不可燃)其他經中央主管機關會同目的事業主管機關認定對人體或環境具危害性，並經公告者	C-0610
2,4-二氯苯氧乙酸	C-0137	廢潤滑油	D-1703	不可燃感染性事業廢棄物混合物	C-0699
2-(2,4,5-三氯酚丙酸)	C-0138	廢油混合物	D-1799	其他有害特性認定之廢棄物	C-9999
其他含有機氯污染且超過溶出標準之混合廢棄物	C-0149	(可燃)廢棄之感染性培養物、菌株及相關生物製品	C-0501	廢無機化學物質	D-2303
含鹵化有機之廢化學物質	D-1501	(可燃)醫療廢棄物	C-0502	一般廢化學物質混合物	D-2399
非有害有機廢液或廢溶劑	D-1504	(可燃)血液廢棄物	C-0503	可直接釋出氧、激發物質燃燒之廢強氧化劑	C-0303
非有害性混合廢液	D-1599	(可燃)廢棄物之尖銳器具	C-0504		

環資廠目前可處理的項(物化處理)

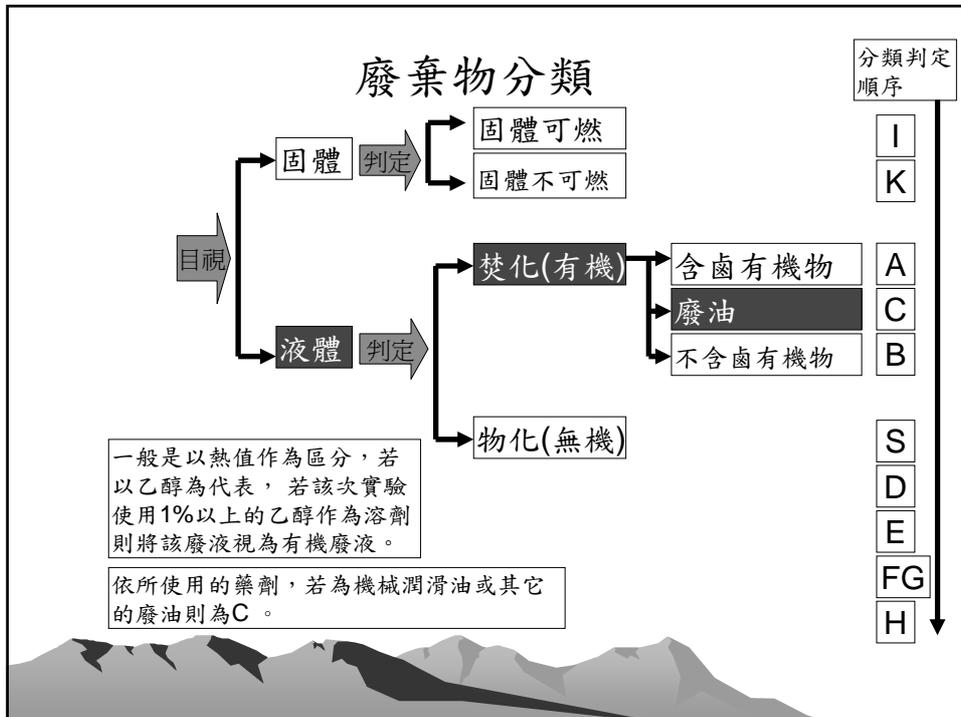
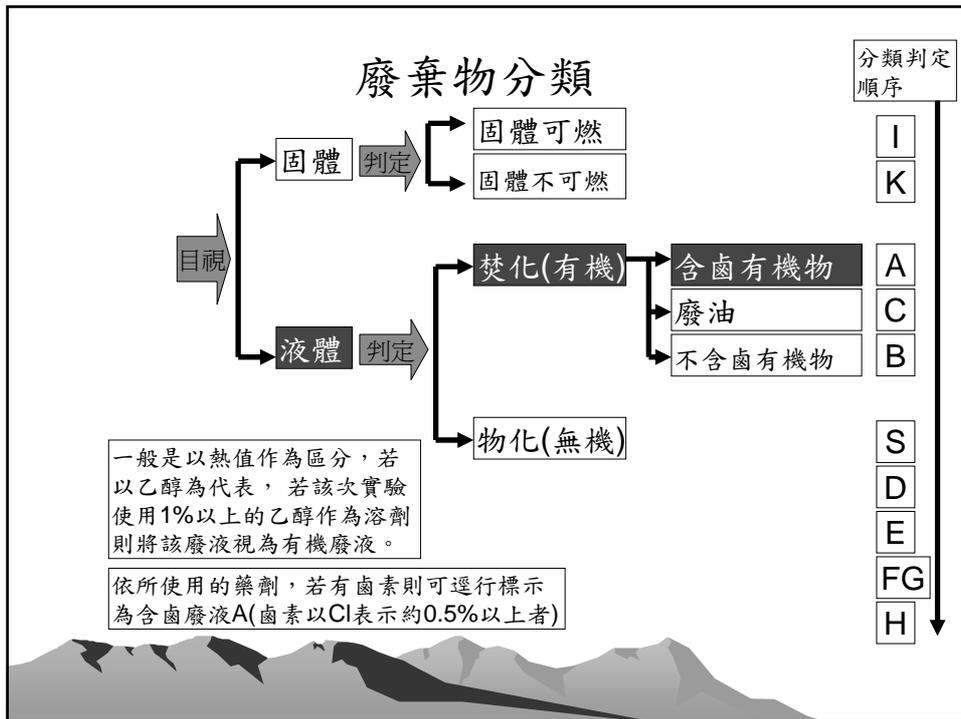
種類	代碼	種類	代碼
廢無機化學物質	D-2303	鉻及其化合物(總鉻)	C-0104
一般廢化學物質混合物	D-2399	六價鉻化合物	C-0105
可直接釋出氧、激發物質燃燒之廢強氧化劑	C-0303	砷及其化合物(總砷)	C-0106
廢無機化學物質	D-2303	銀及其化合物(總銀)(僅限廢顯影液)	C-0107
含氰化物其pH值於2.0~12.5間會產生250mg HCN/kg以上之有毒氣體者	C-0402	銀及其化合物(總銀)(僅限廢定影液)	C-0108
汞及其化合物(總汞)	C-0101	硒及其化合物(總硒)	C-0109
廢液pH值小(等)於2.0	C-0202	污染防治設施或製程產生之含銅污泥(總銅)	C-0110
非有害廢酸	D-1503	其他含有毒重金屬且超過溶出標準之混合廢棄物	C-0119
廢液pH值大(等)於12.5	C-0201	非有害顯影液	D-1501
非有害廢鹼	D-1502	廢液在55°C時對鋼(S20C)之腐蝕速率每超過6.35毫米/年者	C-0203
鉛及其化合物(總鉛)	C-0102	其他腐蝕性事業廢棄物混合物	C-0299
鎘及其化合物(總鎘)	C-0103		

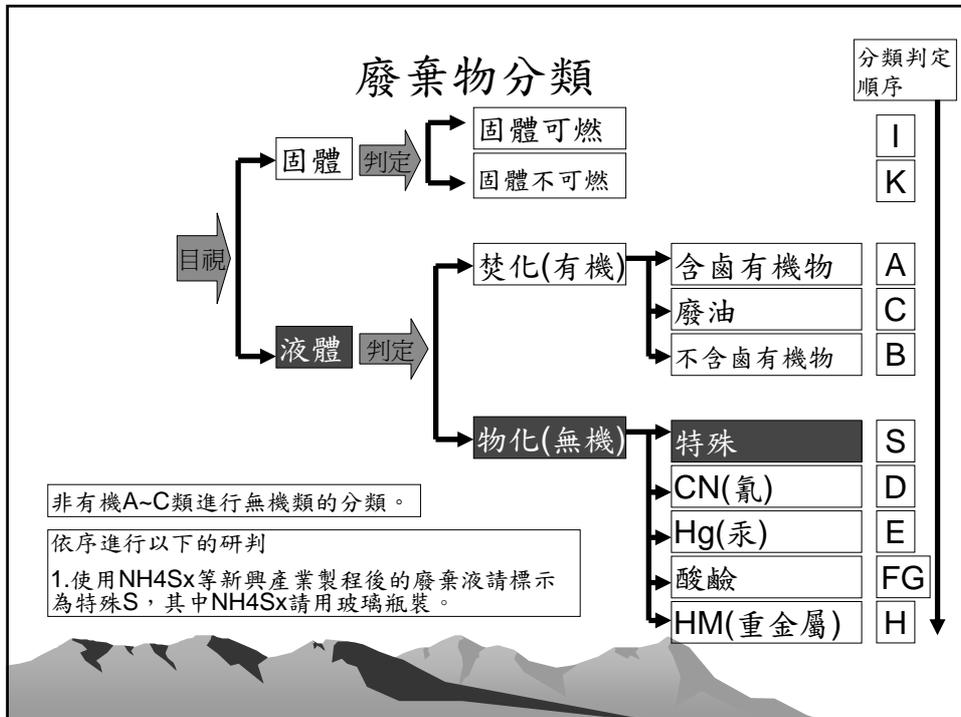
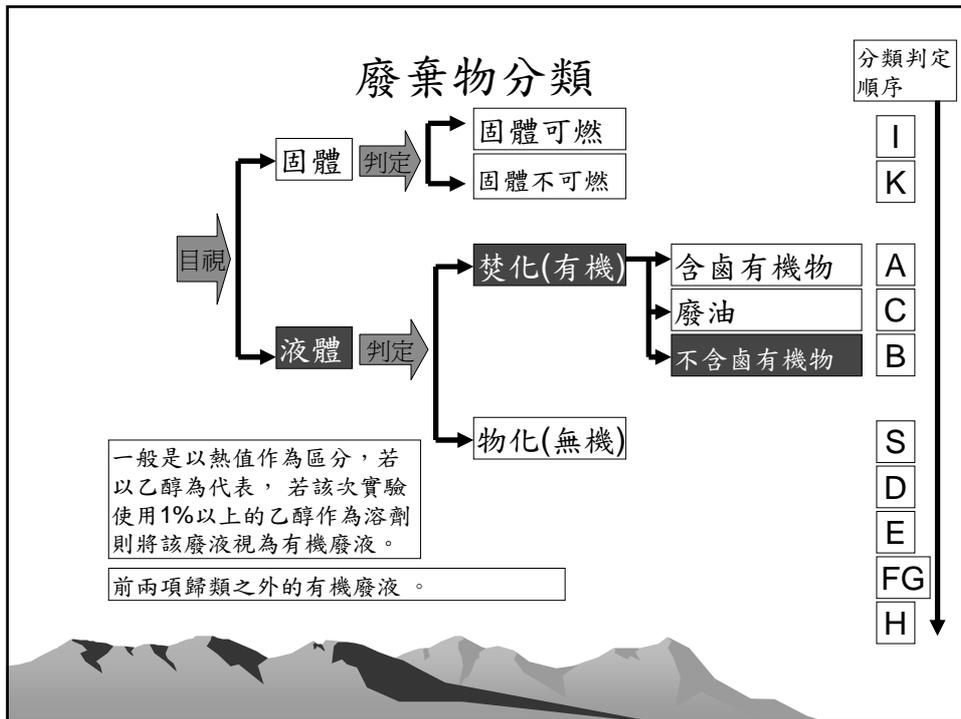
廢棄物分類

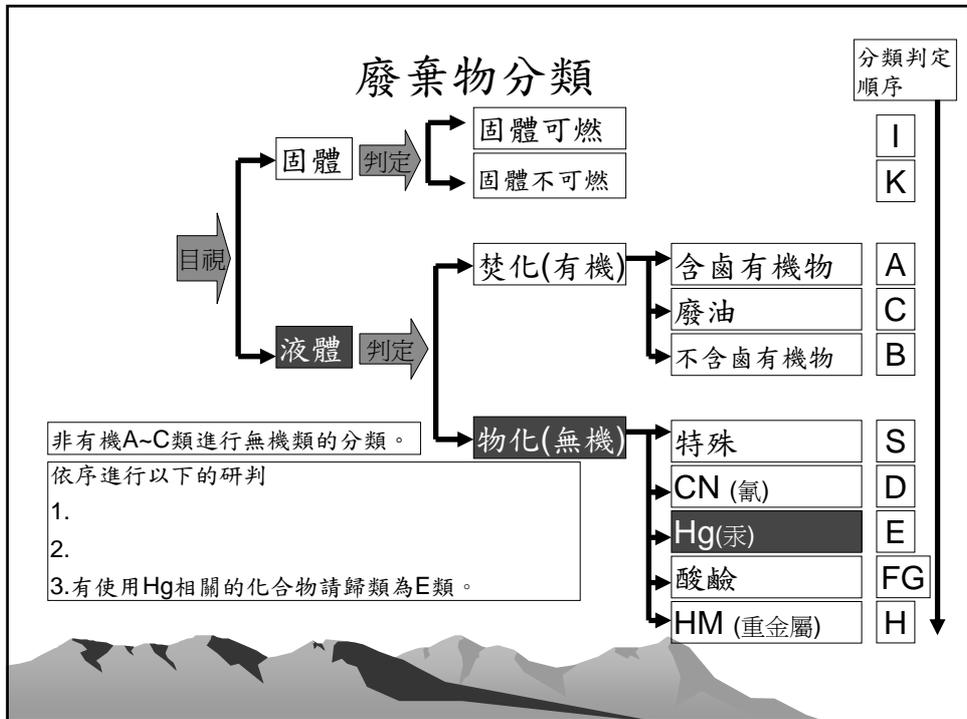
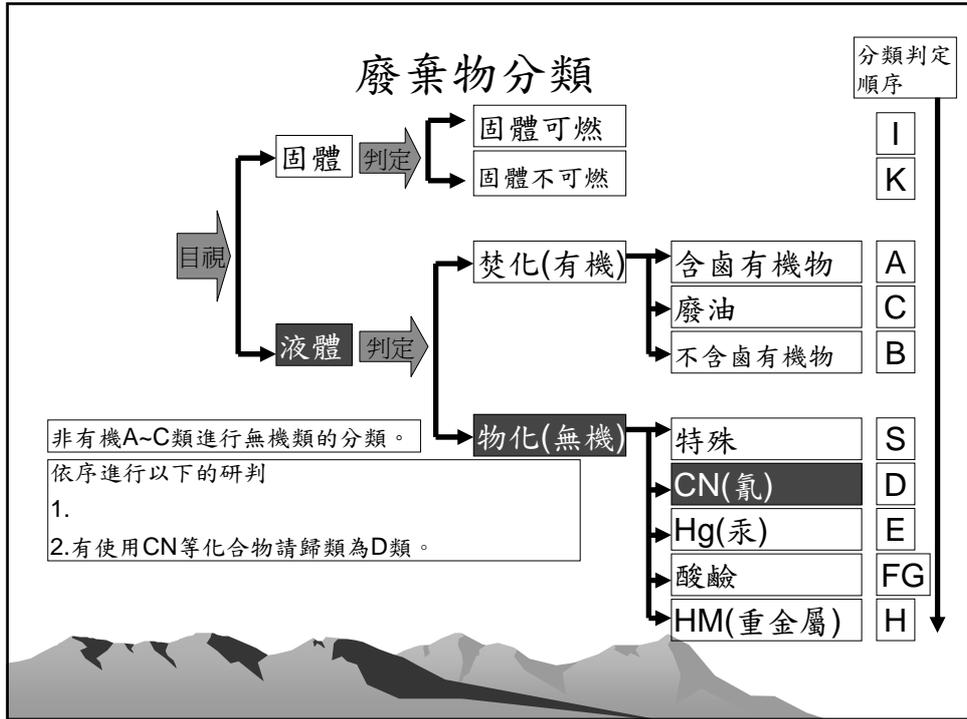


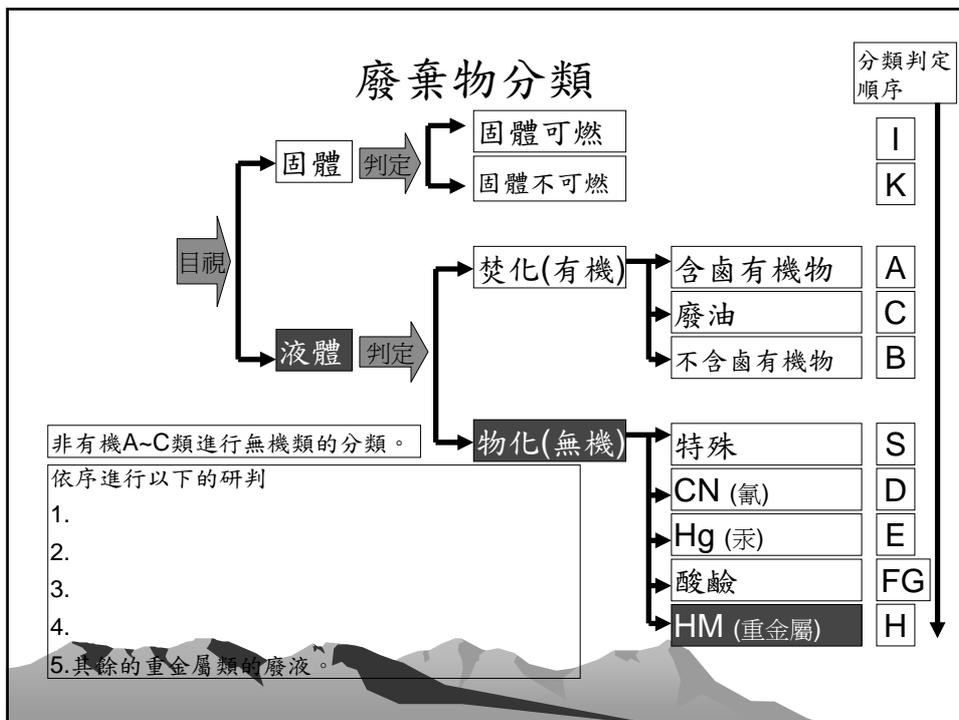
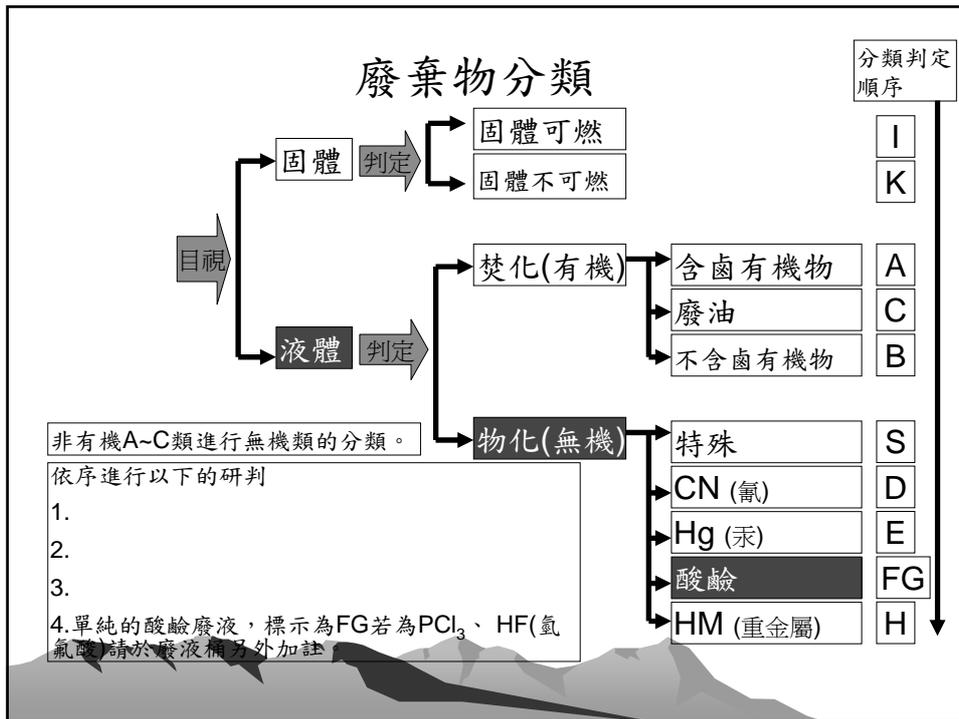
分類判定
順序

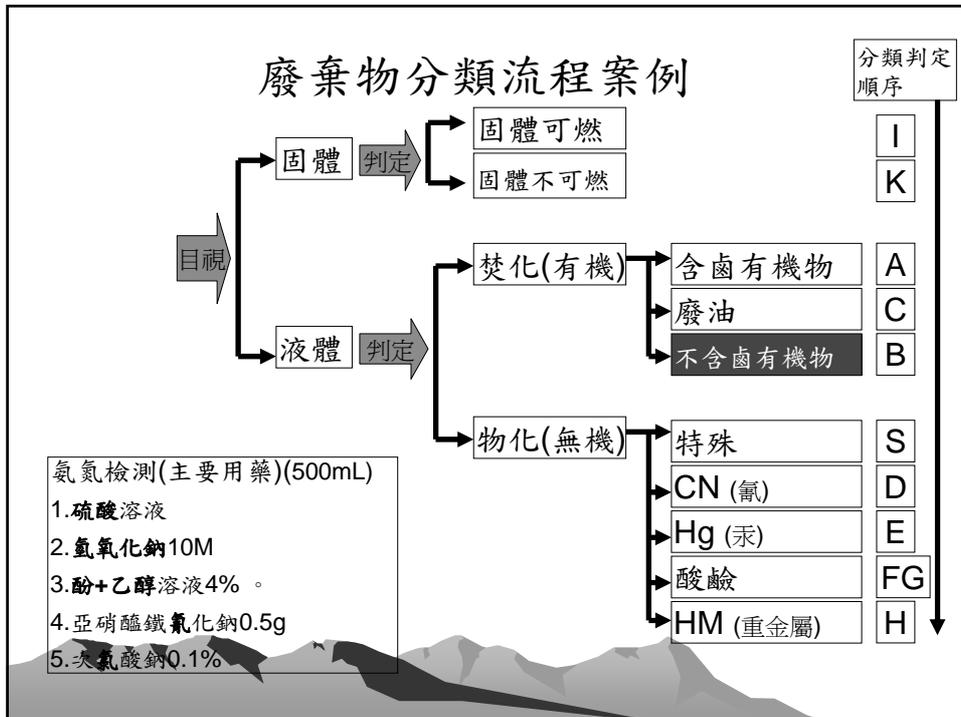
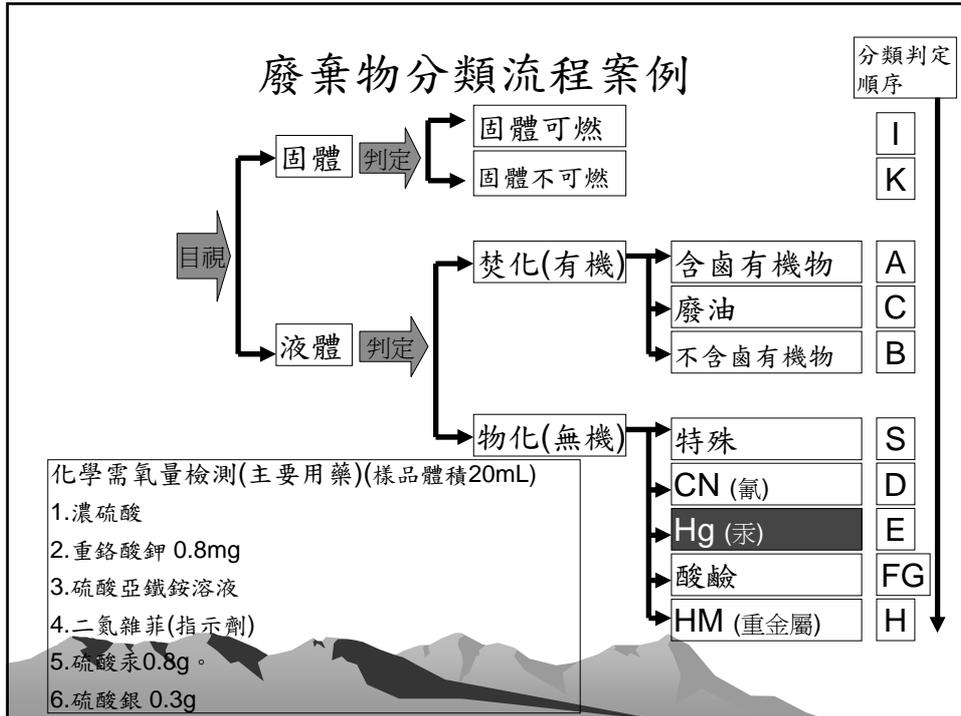
I
K
A
C
B
S
D
E
FG
H











實驗室廢棄物分類表

事業廢棄物代碼	種類	說明	廢棄物特性標誌
C-1049	鹵素類廢溶劑 A	(1)有機鹵素類化合物，如氯仿、二氯甲烷、四氯化碳、氯苯、苯甲氯等廢溶劑 (2)不含水物，有沈澱需先過濾	
C-0169	非鹵素類廢溶劑 (一般有機溶劑) B	(1)不含水之脂肪族碳氫化合物溶劑廢液，如醚類、烷類、酮類、酯類等 (2)脂肪族氧化物：醛縮醇、醇類、丙酮、丙烯酮、醋酸酯等 (3)脂肪族含氮化合物：乙晴、甲基氯等 (4)芳香族化合物：苯類、甲苯、二甲苯、苯乙烯類等廢液 (5)芳香族含氮化合物：砒碇等 (6)含硫碳氫化合物：硫醇、烷基苯磺酸鹽 (ABS)、硫尿	
D-1799 D-1703	廢油類 C	(1)各種動植物之廢油類，如重油、松節油等 (2)各種潤滑油、變壓器油、齒輪油等	

實驗室廢棄物分類表(續)

事業廢棄物代碼	種類	說明	廢棄物特性標誌
C-0402	氰系類廢液 D	(1)含氰系類之廢液或鍍金電解廢液 (pH>10) (2)凡酸性氰系廢液須先調整為鹼性 (pH>10) (1)若含重金屬必須在氰化物分解後，歸重金屬類	
C-0101	汞系類廢液 E	(1)無機汞：金屬水銀、汞合金、廢水銀、硫酸汞、硝酸汞、氯化汞試藥等 (2)有機汞	
C-0201	鹼類廢液 F	(1)氫氧化鈉和氫氧化鉀等鹼性廢液 (2)碳酸鈉、碳酸鈣等廢液	

實驗室廢棄物分類表(續)

事業廢棄物代碼	種類	說明	廢棄物特性標誌
C-0202	無機酸類廢液 G	(1)鹽酸、硫酸、硝酸等廢液及洗滌液 (2)不含重金屬之無機酸類(鉻酸除外) (1)含氟、磷酸類之廢液(用氯化鈣處理,以形成安定之鈣鹽)	
C-0119	重金屬類廢液 H	(1)含鐵、鎳、鈷、錳、鋁、鎂、錫、鋅、銅、砷、鉻、鉛、等重金屬廢液 (2)六價鉻必須先還原處理成三價後,歸入含重金屬廢液 (3)照相之顯影、定影廢液含鹵化銀、硝酸銀類廢液	

實驗室廢棄物分類表(續)

事業廢棄物代碼	種類	說明	廢棄物特性標誌
C-0507		可燃實驗室廢棄物	
D-2101	生醫廢棄物(滅菌)	指於醫學、病理學、藥學、商業、工業、農業、檢疫或其他研究實驗室中與感染性物質接觸之廢棄物,包括抹片、蓋玻片、手套、實驗衣、口罩等。	
C-9999	有害固體廢棄物	(1)含有毒、害物質之過濾殘渣或濾紙、濾布等 (2)有毒害藥劑之容器、水銀燈管、各種電池等固體類廢棄物 (3)金屬之氫氧化物、氧化物、硫化物、碳化物、氮化物、硫酸鹽、碳酸鹽以及以上之混合物	
D-2399		一般廢化學藥品混合物	

實驗廢棄物貯存及清運

一、適當貯存容器型式

- 目前是採容器清運稱重收費，非採槽車因此就暫存的安全性進行適當的容器，如防爆桶、HDPE瓶、玻璃瓶

二、貯存容器標示

- 產源及內容物標示貼紙：依貼紙顏色辨識及管理廢棄物種類
- 廢棄物特性標誌：依前述分類表中各類廢棄物所屬特性標誌，黏貼於貯存桶上。
- 條碼：記載各項資訊，編碼規則如后。

貯存桶型式



條碼編碼規則

- 學校代碼：4碼（如：學校級別1碼+流水號3碼）
- 年序：2碼（如：04為2004年）
- 該年清運序次：2碼
- 廢棄物代碼：5碼（如：C0201為鹼類廢液代碼）
- 桶號：4碼
- 檢查碼：1碼
- 預留碼：2碼



參、進廠程序

聯次	存查單位			管制流程	程序	會員學校	清除機構	資源回收廠	說明	附件
	會員學校	清除機構	處理機構							
前置作業	—	—	—	• 由會員學校於清運前上網登錄，並列印三聯單供後續清理作業使用。	加入會員	■	■	■	• 本中心網頁 (www.sckn.edu.tw/~emrcf) 下載申請書 • 行文檢附申請表及各項資料申請加入	
一	◎			• 由會員學校及清除機構用印後，由會員學校留存本聯。	委託清除機構	■	↔	■	• 依據公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法管內 • 提供廢棄物相關檢測資料	
二			◎	• 48小時內清運至處理機構(環資中心資源回收廠)，由處理機構用印後，清除機構攜回第二聯。並於48小時內上網申報。	事前清點	■		■	• 填寫清點表 • 廢棄物分類表 • 貯存桶分類標籤及條碼黏貼，格式詳網頁	一、二
三			◎	• 留存第三聯，並於收受後24小時上網接收。	裝瓶清點表	■		■	• 郵寄或 e-mail 後，會員學校確認收件情形	
妥善處理證明	◎			• 於收受後30日內完成處理，並於處理完畢7日內列印妥善處理證明，用印後寄給會員學校。	安排清運日期	■	■	■	• 資源回收廠依據處理期限安排進場時間 • 會員學校依可進場日期，請清除機構配合進場	
					清運	■	■	■	• 過磅 • 申報 • 三聯單申報用印	
					進場採樣	■	■	■	• 針對廢棄物分類情形進行採樣分析。 • 若分類不符，則於下次清運時，需事先採樣分析後始得進場，並需負擔採樣分析費用。	
					處理	■	■	■	• 資源回收廠依據許可項目及程序處理	
					空桶	■	■	■	• 再利用或再使用 • 建議貯存桶型式	三
					處理完成送廠	■	■	■	• 資源回收廠提供妥善處理證明	

簡報完畢

敬請不吝指正

