

主題式課群整體規劃

教育目標

- (1)培養學生具備環境工程與安全衛生之專業知識與技能
- (2)培育學生具有環境工程與安全衛生之實務執行能力
- (3)培養學生具備專業倫理之態度與良好語文溝通能力
- (4)訓練學生具備跨領域整合能力與了解當代環境議題之能力

核心能力

- (1)具備基礎科學之能力
- (2)具備環安衛工程實務之知識與技能
- (3)具備專案規劃及解決工程問題之能力
- (4)具備語文溝通與獨立思考之能力
- (5)具備結合跨領域知識之能力與團隊合作之精神
- (6)具備職場專業倫理與自我終身學習之態度。

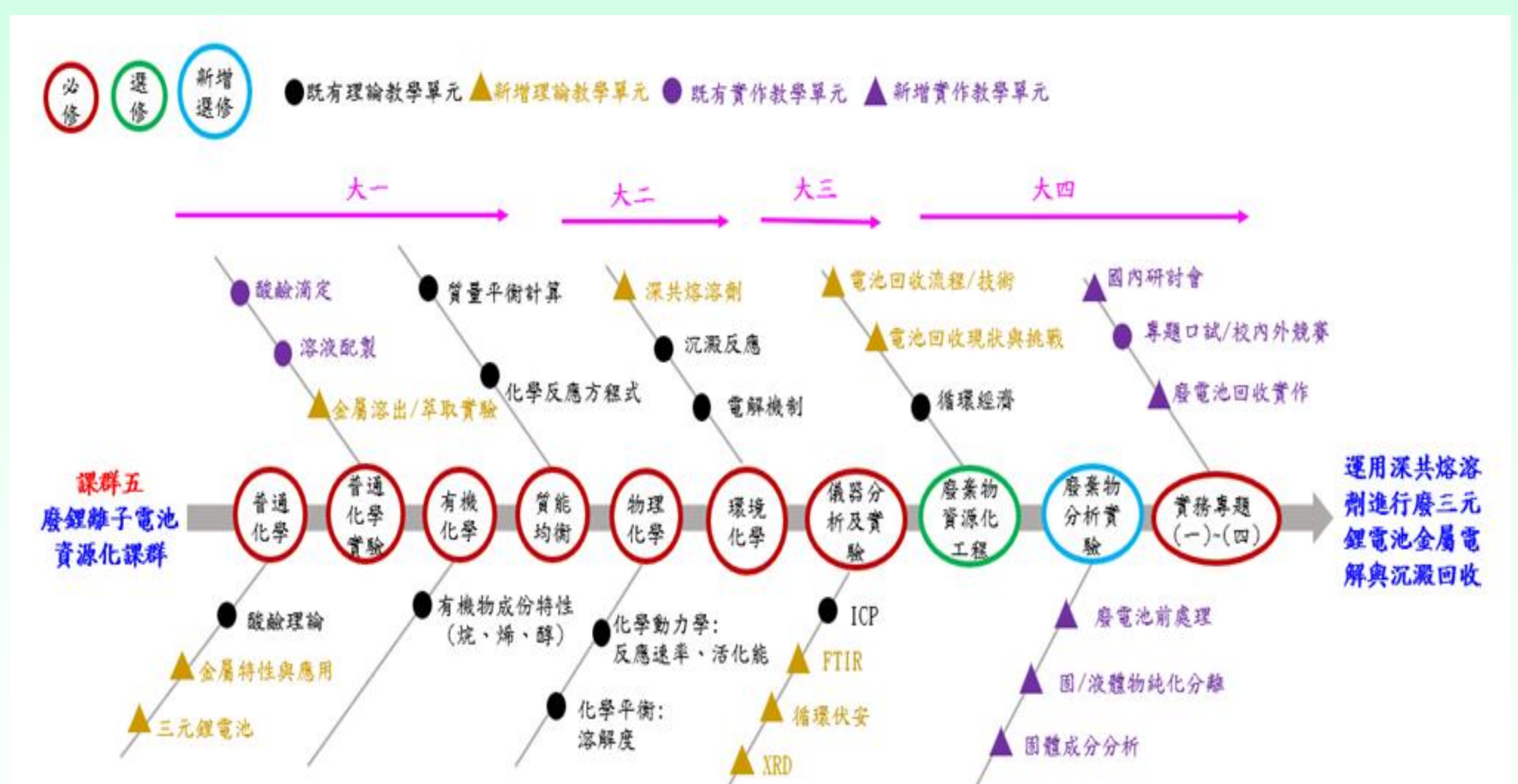
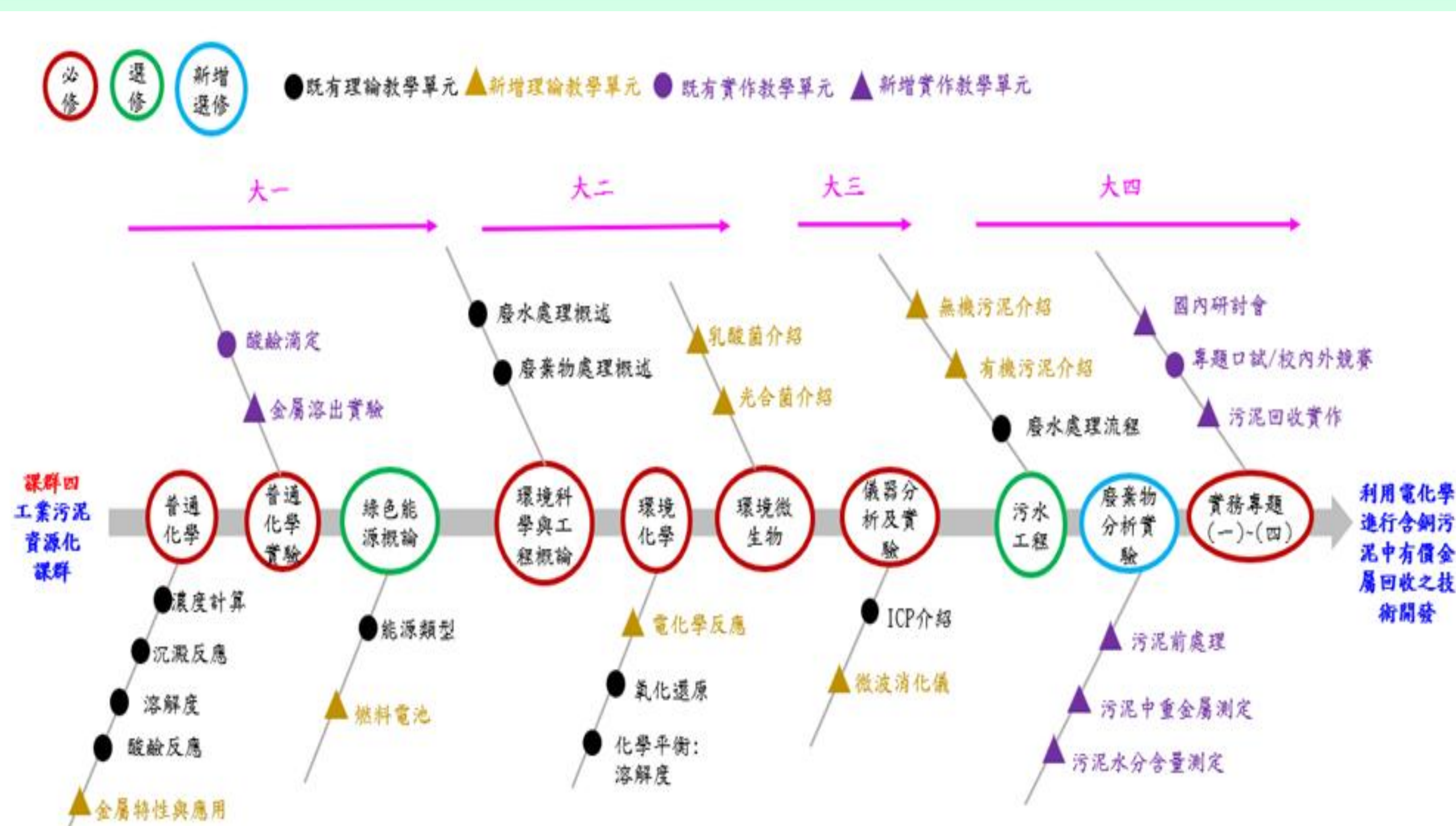
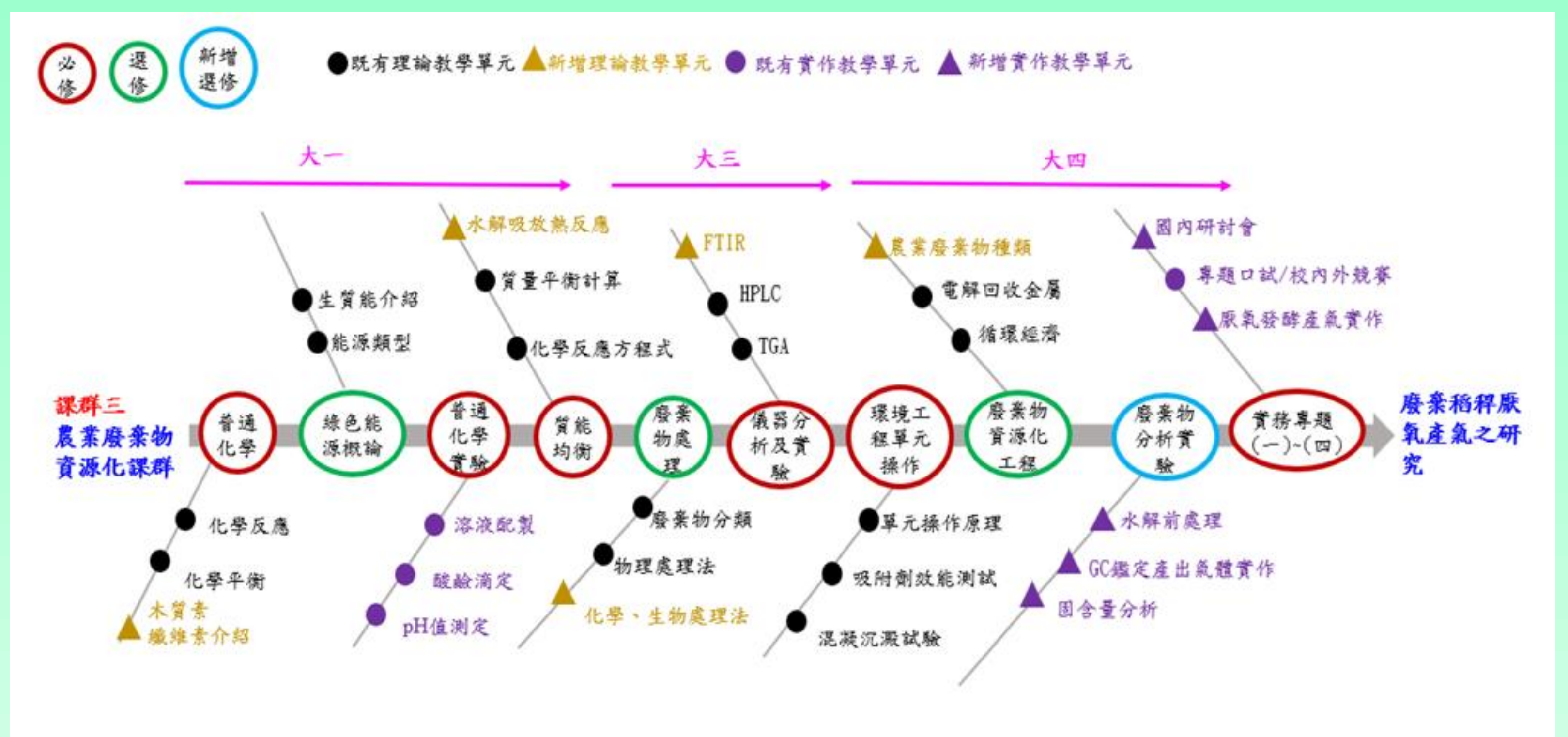
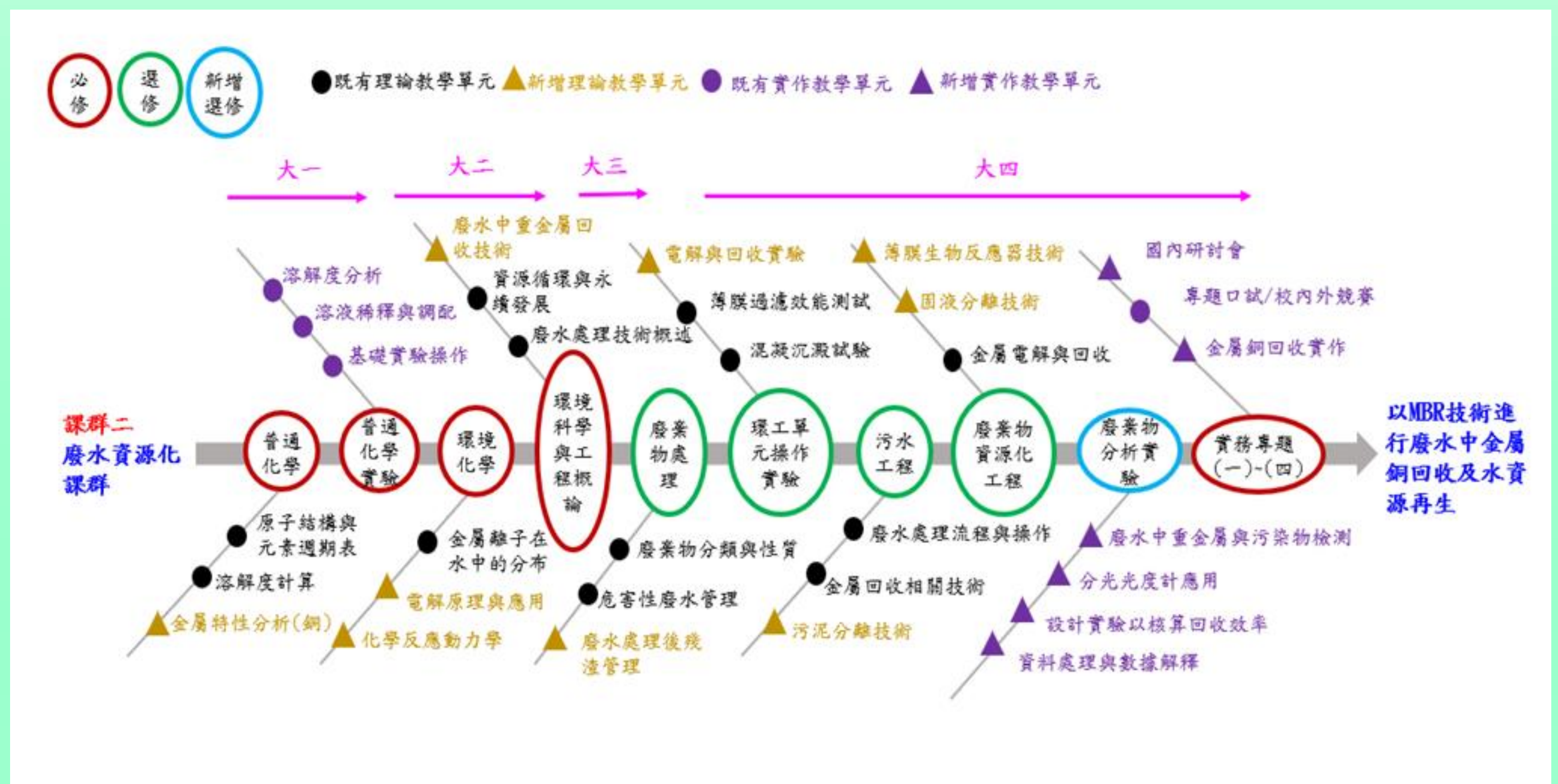
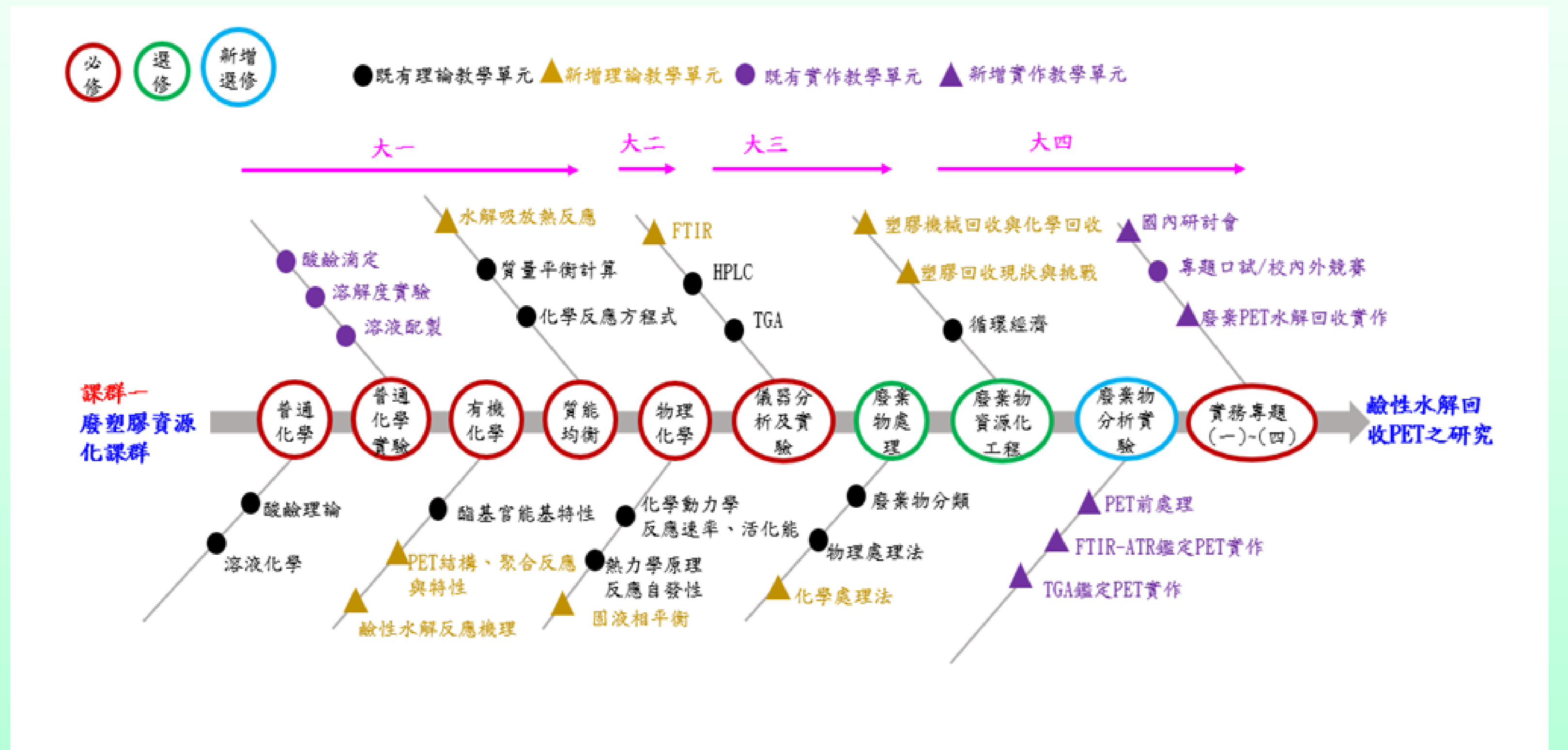
實務主題串聯課程教學

- 因應全球淨零排放趨勢，我國於2022年提出「臺灣2050淨零排放路徑」，並將「轉型資源全循環，邁向零廢棄時代」列為12項關鍵戰略之一。該政策強調透過資源循環與廢棄物減量，降低對有限自然資源的依賴，同時推動循環經濟成為「5+2產業創新計畫」之重點方向。
- 廢棄物具有高度異質性，須依其來源、成分與特性，發展對應之專屬資源化技術。為回應未來淨零與循環經濟領域對專業人才之迫切需求，明志科技大學環境與安全衛生工程系，結合環境工程、資源回收之學術能量與產學合作經驗，規劃本計畫內容，培育具跨域實作能力之淨零綠領人才。

本計畫共規劃五大主題式課群，並搭配對應之問題導向學習（PBL）產業實務專題：

- ✓ 廢塑膠資源化課群 — 鹼性水解回收PET之研究
- ✓ 廢水資源化課群 — 以MBR技術進行廢水中金屬銅回收及水資源再生
- ✓ 農業廢棄物資源化課群 — 廢棄稻桿厭氧產氣之研究
- ✓ 工業污泥資源化課群 — 電化學技術回收含銅污泥中有價金屬
- ✓ 廢鋰離子電池資源化課群 — 運用深共熔溶劑進行廢三元鋰電池金屬回收

五大課群之課程地圖





本階段成果亮點

PBL 實務專題步驟拆解與課程能力對照表

表 1-1 鹼性水解回收 PET 之研究(廢塑膠資源化課群)

拆解任務項目	必備專業知識	專業知識所對應的課程章節	專業知識所對應的核心能力	即時回饋評量方式
實驗室安全教育訓練	安全化學品處理(腐蝕性化學物質、個人防護)。	1. 實務專題-實驗室安全教育訓練。	1. 具備環境衛生工程實務之知識與技能。	考試檢定-分數要達 90 分,才給與通過。
學術倫理課程	誠實進行研究、如實呈現結果、並遵守不捏造、不篡改、不剽竊的基本原則。	1. 實務專題-學術倫理。	1. 具備職場專業倫理與自我終身學習之態度。	考試檢定-分數要達 100 分,才給與通過。
文獻資料收集	科學期刊資料收集-比較不同技術之間的優缺點,確認操作實驗的相關參數,以及預期實驗結果。	1. 實務專題-資料檢索。 2. 廢棄物處理-廢棄物分類、物理處理法及化學處理法。 3. 環境科學與工程概論-資源循環與永續發展。 4. 廢棄物資源化工程-循環經濟、塑膠回收現狀與挑戰、塑膠機械回收與化學回收。	1. 具備職場專業與資訊倫理與自我終身學習之態度。	簡述文獻種類及查找平台與方法,並將文獻整理成 PPT,於讀書會上進行分享。
原料分選	調查與收集市售 PET 產品。 正確辨識與分選廢料。	1. 實務專題-資料檢索。 2. 廢棄物處理-廢棄物分類。	1. 具備基礎科學之能力。 2. 具備環境衛生工程實務之知識與技能。	PET 之特性分析結果。

課群執行現況

表 2-1-1 課群開課狀況及其修課人數

開課時間	開課年級	課程名稱	授課老師	修課人數		
				男性	女性	總人數
113-1、114-1	一	普通化學	吳容銘	81	20	101
113-1	一	綠色能源概論	崔碩	35	10	45
113-2	一	有機化學	崔碩	46	13	59
113-2	一	質能均衡	劉禎淑	59	12	71
113-2	一	普通化學實驗	盧奕廷	36	10	46
114-1	二	物理化學	劉禎淑	48	10	58
114-1	二	環境科學與工程概論	程裕祥	52	11	63
114-1	二~四	實務專題(一)	系上所有教師	32	10	42
總計				389	96	485
114-1	四	污水工程	陳錫金	21	2	23
114-1	四	廢棄物分析實驗	嚴莉婷	9	4	13

教材開發實例

課程名稱	課程內容																																				
普通化學： 學：(1)木質素、纖維素介紹 (2)金屬特性與應用 (3)三元鋰電池。	<div>農業廢棄物組成分布</div>  <p>纖維素約占30-50% / 半纖維素約占15-30% / 木質素約占15-30%</p> <div>金屬特性如何影響三元鋰電池的性能與應用</div> <ul style="list-style-type: none"><li>物理特性：導電性影響功率輸出，延展性有助於材料加工，熔點影響高溫穩定性，密度影響重量能量密度 [1]。</li><li>化學特性：氧化還原電位決定電壓和電阻，活性影響安全性，耐腐蝕性影響循環壽命 [4]。</li><li>應用需求：電動汽車追求高能量密度，儲能系統注重安全性和成本 [10]。</li></ul> <table><tr><th>電池材料</th><th>電壓 (V)</th><th>容量 (mAh/g)</th><th>功率 (W/kg)</th><th>壽命 (cycles)</th><th>成本 (\$/kWh)</th></tr><tr><td>石墨</td><td>3.7</td><td>350</td><td>100</td><td>1000</td><td>100</td></tr><tr><td>磷酸鐵</td><td>3.2</td><td>150</td><td>200</td><td>2000</td><td>200</td></tr><tr><td>三元材料</td><td>3.6</td><td>200</td><td>150</td><td>1000</td><td>150</td></tr><tr><td>錳酸鋁</td><td>2.8</td><td>100</td><td>500</td><td>500</td><td>500</td></tr><tr><td>鈷酸鋁</td><td>3.9</td><td>150</td><td>100</td><td>1000</td><td>1000</td></tr></table>	電池材料	電壓 (V)	容量 (mAh/g)	功率 (W/kg)	壽命 (cycles)	成本 (\$/kWh)	石墨	3.7	350	100	1000	100	磷酸鐵	3.2	150	200	2000	200	三元材料	3.6	200	150	1000	150	錳酸鋁	2.8	100	500	500	500	鈷酸鋁	3.9	150	100	1000	1000
電池材料	電壓 (V)	容量 (mAh/g)	功率 (W/kg)	壽命 (cycles)	成本 (\$/kWh)																																
石墨	3.7	350	100	1000	100																																
磷酸鐵	3.2	150	200	2000	200																																
三元材料	3.6	200	150	1000	150																																
錳酸鋁	2.8	100	500	500	500																																
鈷酸鋁	3.9	150	100	1000	1000																																
普通化學實驗： 金屬溶出/萃取實驗	<div>實驗步驟2: 隔水加熱溶解金屬</div>  <div>結報+問題與討論</div> <ul style="list-style-type: none"><li>實驗數據紀錄(溶解度測量將由環安系助教統一進行，後續再提供實驗數據給同學)。</li><li>數據分析：一次列出四組數據(本組數據x1+挑選其他組數據x3)。</li><li>問題與討論1: 請從以上四組數據的結果，分析溫度、濃度兩種因素對於金屬溶解度所造成的影響。</li><li>問題與討論2: 請說明此結果不符合你的預期?請詳細說明原因。</li><li>問題與討論3: 請說明本實驗造成誤差可能的原因有哪些。</li></ul>																																				

實務教學面軟硬體之建置

基於本計畫需求，本系新開設「廢棄物分析實驗」課程，並於盤點既有設備後，配合學院經費支持採購相關分析儀器，如下列所述：

下階段工作重點

- 持續深化主題式課群之推動。
- 以已建構完成之「PBL 實務專題步驟拆解與課程能力對照表」作為核心工具，全面落實於各課群相關課程與實務專題中。
- 強化課程間之銜接性與進度協調，特別關注大二至大三階段之專題前置準備，逐步推動專題時程前移，以利學生於大三上學期完成專題成果展示。
- 將依據本年度教學反思與學生回饋，完成課群成效評估工具與問卷之訂定，結合即時回饋評量、Rubrics 及學習經驗調查，建立具系統性之課群學習成效評估機制。



空氣單元操作實驗室



水單元操作實驗室



水質分析實驗室



微量分析實驗室



電子水份天平



汞分析儀



灰化爐



熱卡計