

# 鋰離子電池高值化 循環利用技術



簡報人：張添晉 教授

日期：107年10月 23 日

# 大綱

- 一 背景說明及分析
- 二 電池回收必要性
- 三 電池再利用模式
- 四 國內外處理技術

# 一 背景說明及分析

---

二 電池回收必要性

---

三 電池再利用模式

---

四 國內外處理技術

---

# 一、背景說明及分析

## 生物循環



## 開採/原料製造



## 工業循環



### ■ 循環供應：

提供可再生、可回收、可生物分解的資源

### ■ 資源回復：

把廢棄物轉換成資源

### ■ 延長產品與資產壽命：

透過修理、升級、再製造、再行銷來維持產品的經濟效能

### ■ 共享平台：

分享閒置的空間與資源

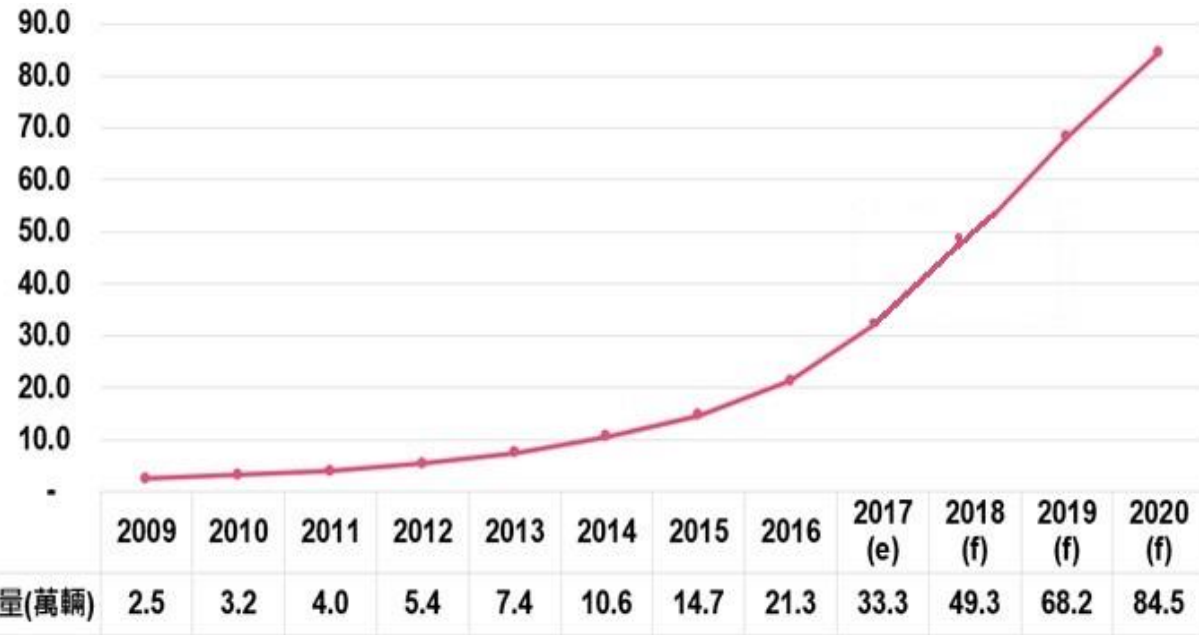
### ■ 產品即服務：

以租代買

# 一、背景說明及分析

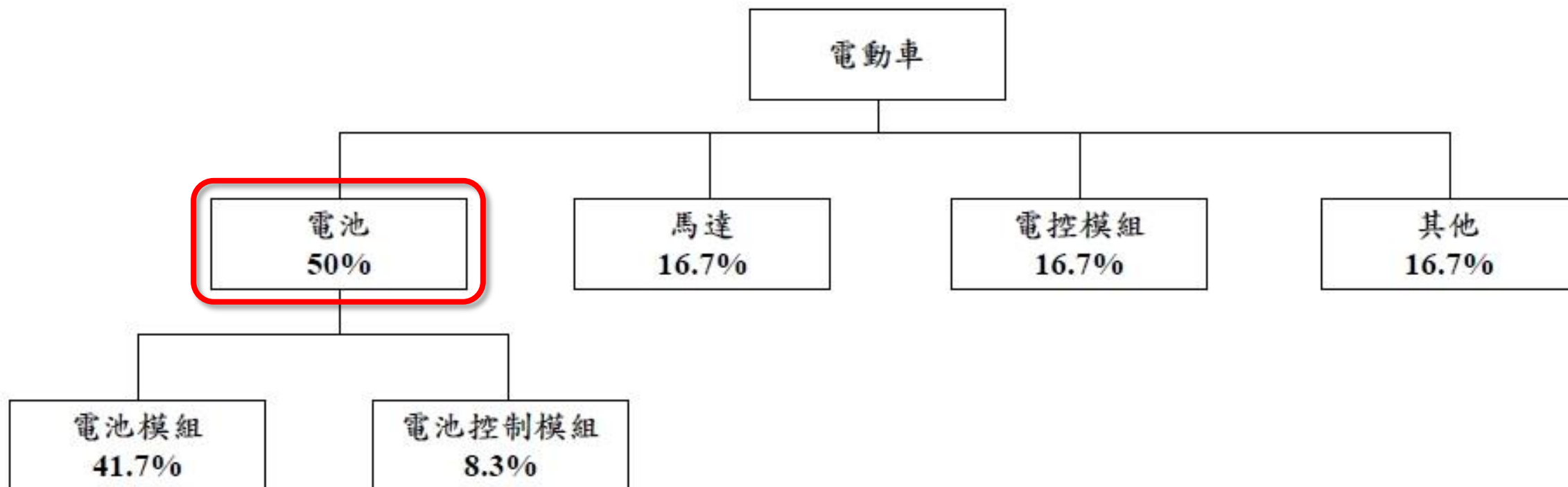
## 政府誓言將在2030年 全面禁售燃油機車

經濟部長沈榮津日前召集台灣主要機車業者，傳達2030年全面禁售燃油機車的決心，並拋出將逐年限縮燃油機車發牌數構想。經部評估，**未來電動機車業產值可達378億元**，業者亦樂觀看待台灣每年電動機車銷售上看500億元。



# 一、背景說明及分析

## ◆ 電動車的**成本結構**



# 一、背景說明及分析

## ◆ 鋰電池是現在最好的電池種類

1. **能量較高**：具有高儲存能量密度，目前已達到460-600Wh/kg，是鉛酸電池的約6-7倍
2. **使用壽命長**：使用壽命可達到6年以上，磷酸亞鐵鋰為正極的電池1C ( 100%DOD ) 充放電，有可以使用10,000次的記錄
3. **額定電壓高** ( 單體工作電壓為3.7V或3.2V )：約等於3只鎳鎘或鎳氫充電電池的串聯電壓，便於組成電池電源組
4. **具備高功率承受力**：其中電動汽車用的磷酸亞鐵鋰鋰離子電池可以達到15-30C充放電的能力，便於高強度的啟動加速
5. **自放電率很低**：這是該電池最突出的優越性之一，目前一般可做到1%/月以下，不到鎳氫電池的1/20
6. **重量輕**：相同體積下重量約為鉛酸產品的1/5-6
7. **高低溫適應性強**：可以在-20℃ --60℃的環境下使用，經過工藝上的處理，可以在-45℃環境下使用
8. **綠色環保**：不論生產、使用和報廢，都不含有、也不產生任何鉛、汞、鎘等有毒有害重金屬元素和物質

電池種類	鋰鈷	鋰錳	鋰鎳鈷錳	磷酸鐵鋰
優點	能量密度較高、放電電壓高且穩定、電極材料裝備容易。	安全性高、成本低、大功率放電特性佳。	安全性較高、添加錳鎳後，電容量獲得提升、電極材料製備容易。	橄欖石化學結構穩定性佳、安全性高、充電快速、循環壽命長、成本低。
缺點	鋰鈷氧化物結構穩定性差、安全性差、鈷材料成本高、循環壽命短。	循環壽命較短、高溫造成錳離子解離使電容量衰退。	循環壽命短、鈷材料成本高。	材料導電性偏低、製程難度高、專利爭議。

# 一、背景說明及分析

## ➤ 相關產品進口量

	中文貨名	進口重量(kg)	價值(千元)
103-105年	鋰原電池及原電池組	1,106,928	1,970,884
	鋰離子蓄電池	5,023,489	8,271,978
	鋰蓄電池	7,111,249	16,004,532
	總計	13,241,666	26,247,394

## ➤ 相關產品出口量

	中文貨名	出口重量(kg)	價值(千元)
103-105年	鋰原電池及原電池組	278,140	952,120
	鋰離子蓄電池	5,503,185	10,992,826
	鋰蓄電池	1,858,158	4,930,292
	總計	7,639,483	16,875,238

## ➤ 台灣鋰電池製造量

鋰電池製造量(kg)			
	一次鋰電池	二次鋰電池	鈕扣型鋰電池
103	31,577	2,223,039	120,471
104	37,464	2,204,035	106,968
105	35,339	2,140,414	97,253
總計	104,380	6,567,488	324,692

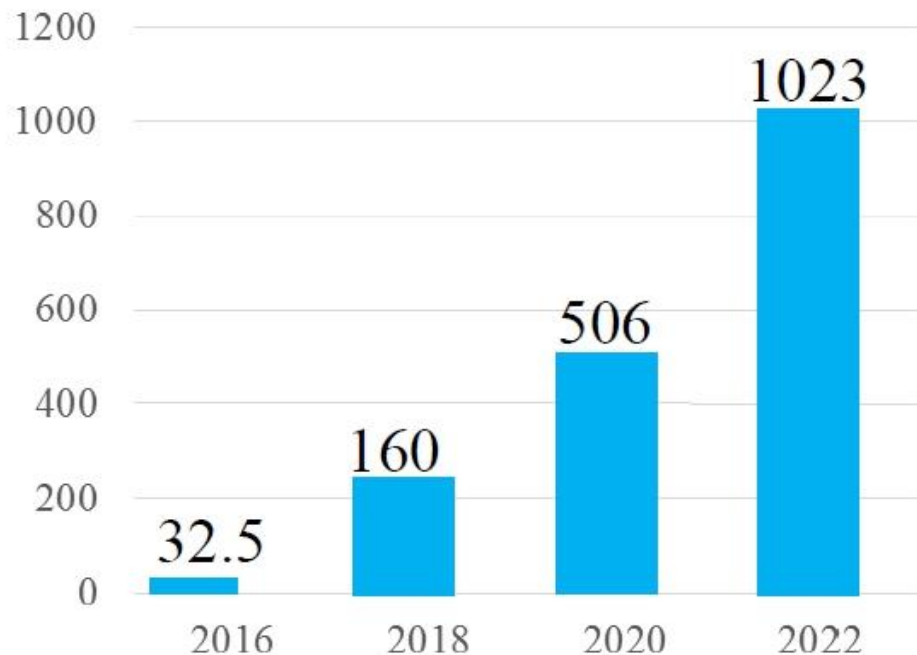
## ➤ 筒形鋰電池金屬比率

金屬	重量百分比(%)
鋰	10
鈷	11
鋁	14.3
銅	9.75
鎳	14.95



# 一、背景說明及分析

鋰電池回收市場預估(億元)



各種移動式電源產品之電容量比較表

大型儲電系統		裝備1000kWh-4000kWh 電池組	18650 電池 X125000~500000 個
電動巴士		裝備150kWh-200kWh 電池組	18650 電池 X 19000~25000 個
電動車EV		裝備24~40kWh電池組	18650 電池 X 3000~5000 個
混合電動車 HEV、高爾夫球車、UPS等		裝備1~3kWh電池	18650 電池 X 120~360 個
筆記型電腦、 平板電腦等		裝備40~60Wh電池組	18650 電池 X 6 個
行動電話、相機等		4Wh/cell 一隻手機使用量=1cell	18650 電池 X 0.5 個

1個18650電池約3.7V\*2.2Ah=8Wh

項目		補貼費率	回收價格
廢乾電池	一次鋰電池	139 元/公斤	18.75 ~ 25 元/公斤
	二次鋰電池	55 元/公斤	45 ~ 50 元/公斤

# 一、背景說明及分析

## 鋰電池未來趨勢

一 為了因應全球節能減碳環保趨勢，汽機車產業正逐漸轉型。從環境及能源的角度來看相對於傳統內燃機引擎車輛，電動車的能源轉換效率高及其二氧化碳排放量較少，使**電動車被公認為未來最有發展潛力的綠色車輛之一**。

二 太陽光電模組由於利用太陽光發電有時辰的限制，因此發電與儲能需互相搭配才能有效利用太陽能。由於鋰離子電池具高能量密度、高輸出功率與無記憶效應等優點，成為**儲能市場近年來最熱門趨勢**。

三 臺灣稀有資源少，需透過「城市礦山」的方式將廢棄物資源化。以現今趨勢談論資源永續利用，首先應**推動將廢棄物資源化以達到促進產業永續發展**。

一 背景說明及分析

---

**二 電池回收必要性**

---

三 電池再利用模式

---

四 國內外處理技術

---

## 二、電池回收之必要性

### ◆ 相關政策

1

配合歐盟各國所實施之新電池指令，規定生產者需負擔使用過後之電池回收、處理及循環的成本，降低整體碳排量；落實台灣政府近期所推動的5+2方案中的綠能科技與循環經濟概念。

2

歐盟各國自2008年9月實施新電池指令，規定生產者需負擔使用過後之電池回收、處理及循環的成本；而「碳金融」與「碳有價化」更是巴黎氣候大會的兩大焦點。

面對每年逾十億顆鋰離子電池的廢棄量和電池廠產生日以噸計之廢料廢棄物，如不妥善回收處理，將造成環境生態的永久污染以及傷害。

## 二、電池回收之必要性

### ◆ 鋰電池潛在污染

材料種類	材料名稱與主要化學特性	潛在污染
正極材料	鋰鈷酸:與水、酸或氧化劑發生強烈反應，燃燒或受熱分解產生有毒鋰、鈷氧化物。	重金屬鈷污染使環境pH升高。
負極材料	碳材:粉塵與空氣的混合物遇熱源或火源可發生爆炸，可與強氧化劑發生反應，燃燒產生CO與CO <sub>2</sub> 氣體。	粉塵污染
電解質溶劑	碳酸乙烯酯:與酸、鹼、強氧化劑，還原劑發生反應，水解產物產生醛和酸。	醛，有機酸污染。
電解質	六氟磷酸鋰:具有強腐蝕性，與水可分解產生 HF與強氧化劑發生反應，燃燒產生 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 等有毒物質	氟污染使環境pH升高。
隔離膜	聚丙烯微孔膜:燃燒可產生CO，醛，有機酸等。	有機物污染
黏合劑	聚氟偏乙烯:可與氟、發煙硫酸、強鹼、鹼金屬發生作用，受熱分解產生HF。	氟污染

一 背景說明及分析

---

二 電池回收必要性

---

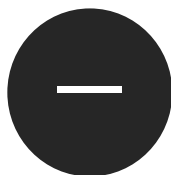
**三 電池再利用模式**

---

四 國內外處理技術

---

# 三、電池再利用模式



## 維修翻新

對電池進行充放電試驗和相關信息的讀取，如電池整體狀況良好，只是個別單體到達使用壽命，則對這些單體更換後重新組裝電池包，可以作為置換電池重新應用。



## 層級利用

通過檢測，如果回收電池還剩餘規定容量，則可以進行梯次利用，應用於分布式**儲能電池系統**，用來平抑、穩定風能、太陽能等間歇式可再生能源發電的輸出功率;或者應用於微電網，實施削峰填谷，減輕用電負荷供需矛盾。

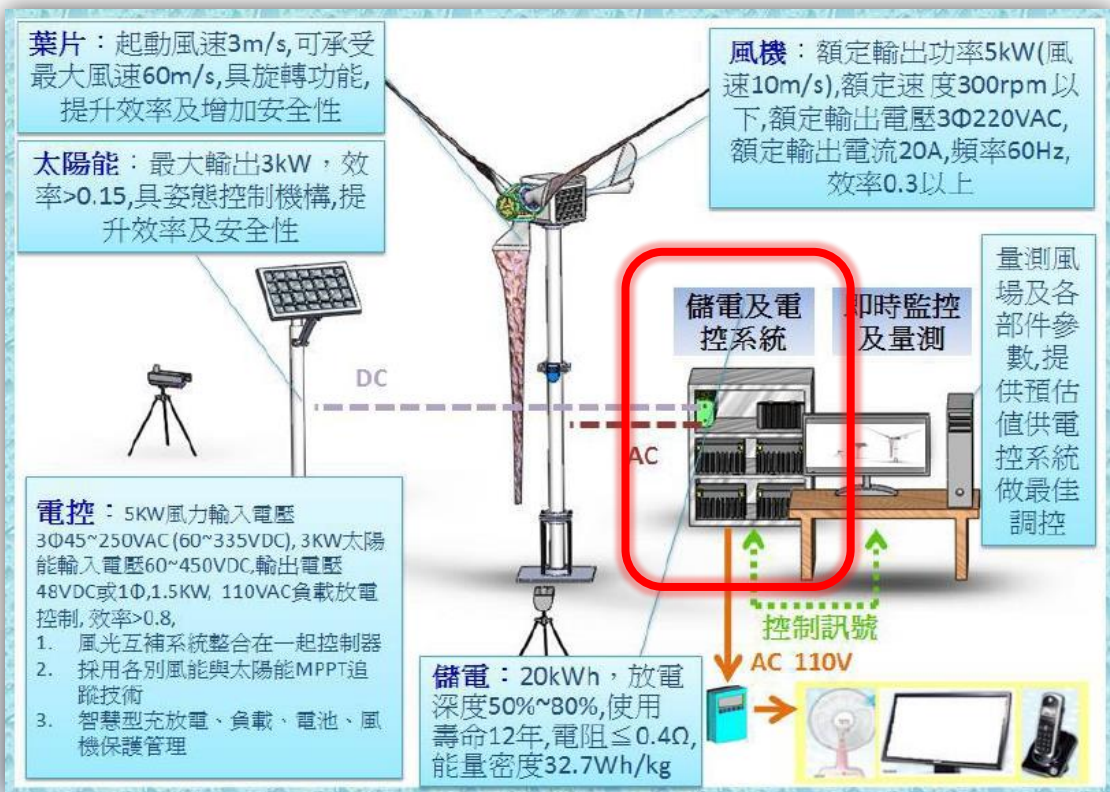


## 循環再生

對於完全喪失再利用價值的電池，則對電池進行拆解和化學處理，完全回收鋰、鈷、鎳等金屬，用於生產新的電池，實現循環利用。

商人願意以每公斤4美元的價格收購還能使用的舊鋰電池，  
而當作廢棄物回收的電池每公斤僅1.5美元。

# 三、電池再利用模式



電動車電池在使用十年後,貯電能力至少還剩70%,利用使用過的電池來儲存風力渦輪所產生的電力,或是利用這些舊鋰電池來代替碳酸電池,儲存備用電力。  
「再利用」電池貯存每度電的成本僅49美元,而新電池要300美元。

2015年,豐田廢舊電池用於黃石國家公園設施儲能供電,重新設計了儲能電池管理系統,208個電池可存儲85KWh電能,將電池的使用壽命延長了兩倍。



一 背景說明及分析

---

二 電池回收必要性

---

三 電池再利用模式

---

**四 國內外處理技術**

---

## 四、國內外處理技術

### ◆ 方法及過程

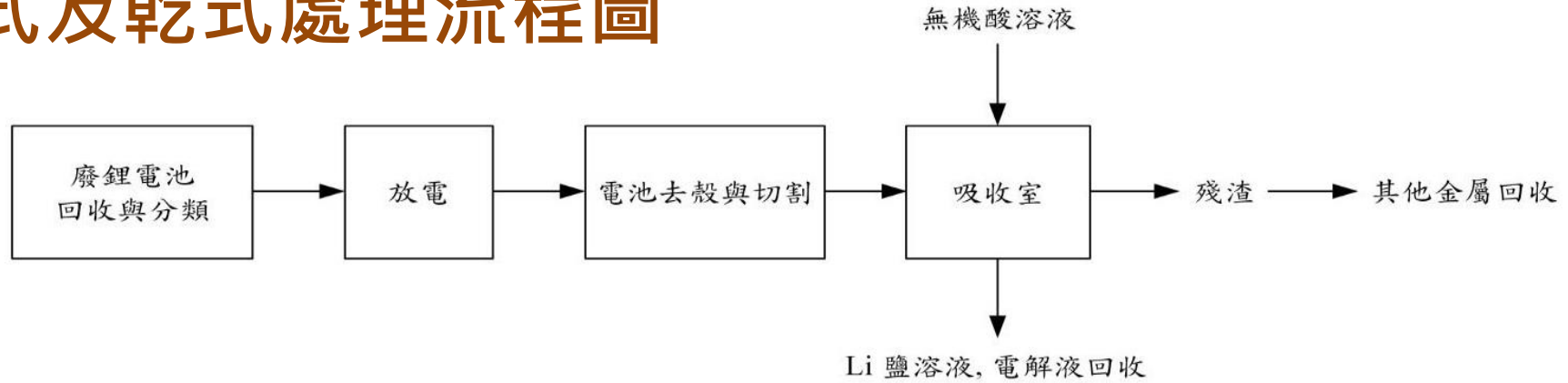
現今廢鋰電池回收技術分乾式處理(火法冶煉)與濕式處理(濕法冶金)兩大類，主要對正極極板中鋰、鈷、鎳、錳等金屬元素的萃取提煉，而非以金屬氧化物回收再利用為考量。



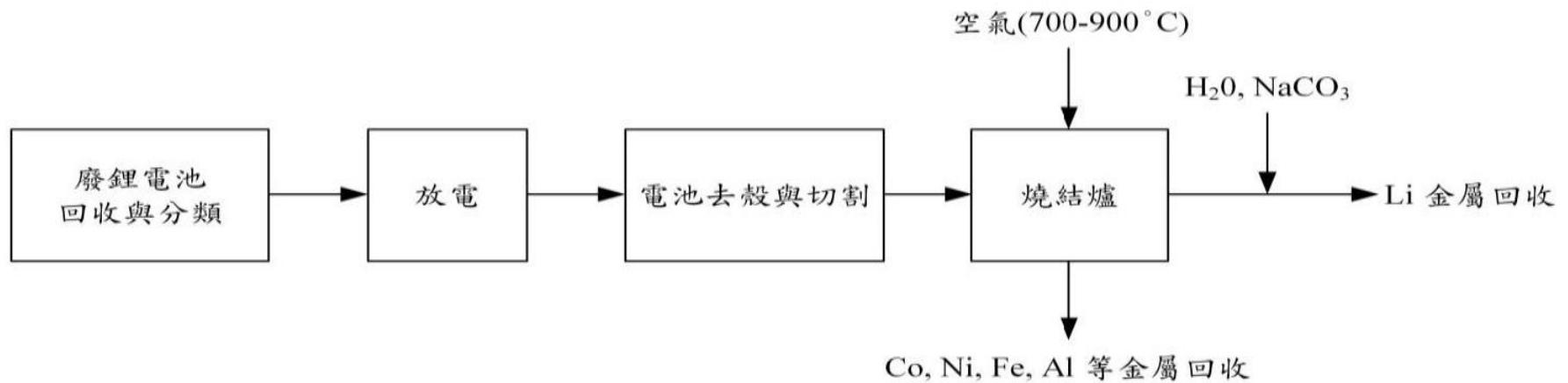
# 四、國內外處理技術

## ◆ 濕式及乾式處理流程圖

濕式



乾式



# 四、國內外處理技術

## ◆ 回收方法優劣分析

	溼式冶金法	乾式冶金法
優點	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 能源消耗較少</li><li>2. 投資成本低</li><li>3. 可從陰極、陽極材料和殼體金屬回收廢物的不同組分，可以分別在市場上銷售</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 為開發成熟之技術</li><li>2. 從塑膠外殼及其他有機成分都可能回收</li><li>3. 從爐渣中提取稀土元素與從原生礦石的處理步驟相同</li></ol>
缺點	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 產生之廢棄物需再進行處理</li><li>2. 消耗大量化學品</li><li>3. 需要許多人工拆卸電池和不同組件的分離操作</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 能源消耗大</li><li>2. 爐的高投資成本</li><li>3. 稀土元素需要從爐渣中提取</li><li>4. 得到的稀土元素混合物，需再進一步分離</li></ol>

# 四、國內外處理技術

## 國際上廢鋰離子電池處理方式

預處理(Pretreatment)，包括分選、放電、破裂、剝殼等程序，之後分別以三種作法回收處理：

1

利用火法冶煉(Pyrometallurgy)，將Co-Ni-Fe合金或金屬氧化物通以還原氣體於高溫環境中燒結成純金屬混合物，再萃取出純金屬。

2

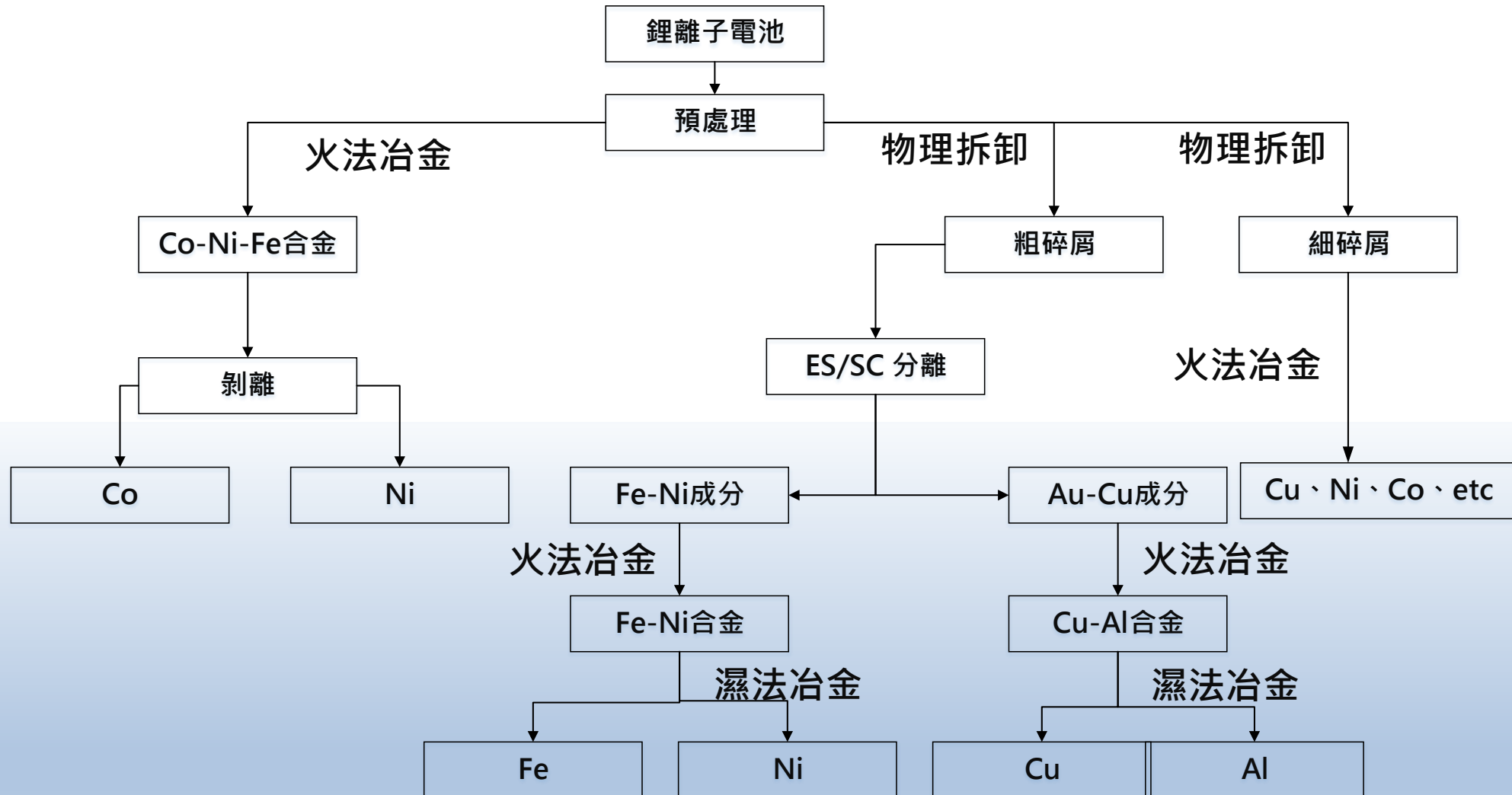
先以機械剝離拆解電池，經過粗粉碎後，利用電解分離(Electrolysis separation)，依還原電位差異，分為Al-Cu/Fe-Ni，再分別利用火法冶煉形成合金，最後分別以濕式冶金(Hydrometallurgy)法分離成純金屬或化合物

3

以機械剝離拆解電池後，直接進行細粉碎，再利用火法冶煉(Pyrometallurgy)燒結成純金屬混合物(Cu、Ni、Co、etc)

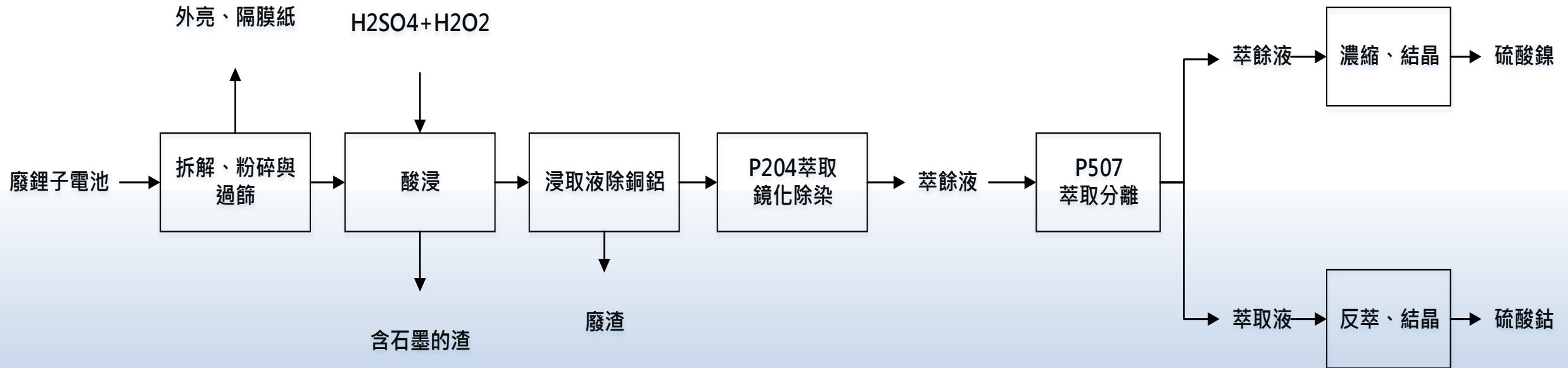
# 四、國內外處理技術

## ◆ 鋰離子電池處理流程圖



# 四、國內外處理技術

## ◆ 中國目前回收技術拆解圖



# 四、國內外處理技術

## ◆ 日本電池回收現況

日產集團與住友商事-回收鋰電池

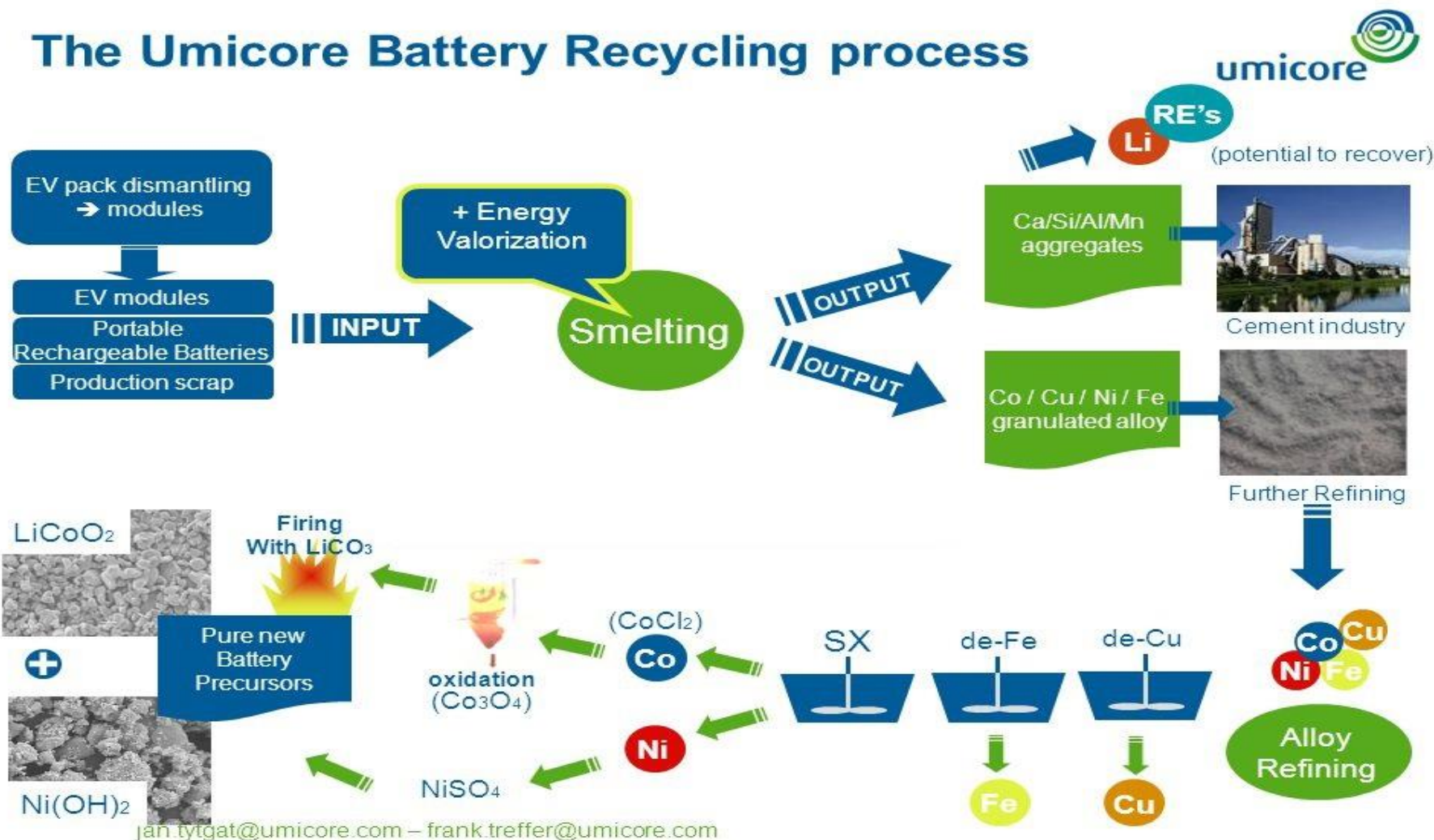




# 四、國內外處理技術

## ◆ 鋰材料大廠比利時Umicore的處理方式

### The Umicore Battery Recycling process



# 四、國內外處理技術

## ◆ 各國鋰電池回收技術整理

國家	公司	技術	主要產物
比利時	Umicore	Val' eas法得到鎳鈷合金→酸浸→濕法冶金	CoCl <sub>2</sub> 、NiSO <sub>4</sub>
日本	Sumitomo-Sony	鍛燒除去電解液及塑膠→火法回收Co/Ni/Fe→濕法回收Co	CoO
德國	1.Accurec GmbH 2.LithoRec proces	機械破碎→濕法冶金	Co合金、Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
法國	SNAM	火法冶煉、磁分離得有價金屬→濕法冶金	Co/Ni/Cu合金、鋰鹽
法國	Recupyl	機械破碎與濕法回收	Co(OH) <sub>2</sub> 、Li <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
瑞士	Glencore plc.	火法與濕法冶金	Co/Ni/Cu合金
加拿大	Toxco	破碎篩選→酸浸與沉澱(濕法)	CoO、Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
中國	格林美/邦普	濕法回收為主：酸浸後純化	Co/Ni/Cu合金、Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>

The background features a collage of elements: a brown leather watch with a white dial on the right; a white graduation cap with a tassel in the center; and the words 'FAITHFUL HOPE' in large, light grey, spaced-out letters arranged in a diamond shape. Green leaves are visible in the top left corner.

感謝指教