

# 蓄熱燃燒技術與RTO爐廢 熱回收技術與應用

報告者: 王春明

漢星科技股份有限公司

中華民國 111年 04 月 29 日

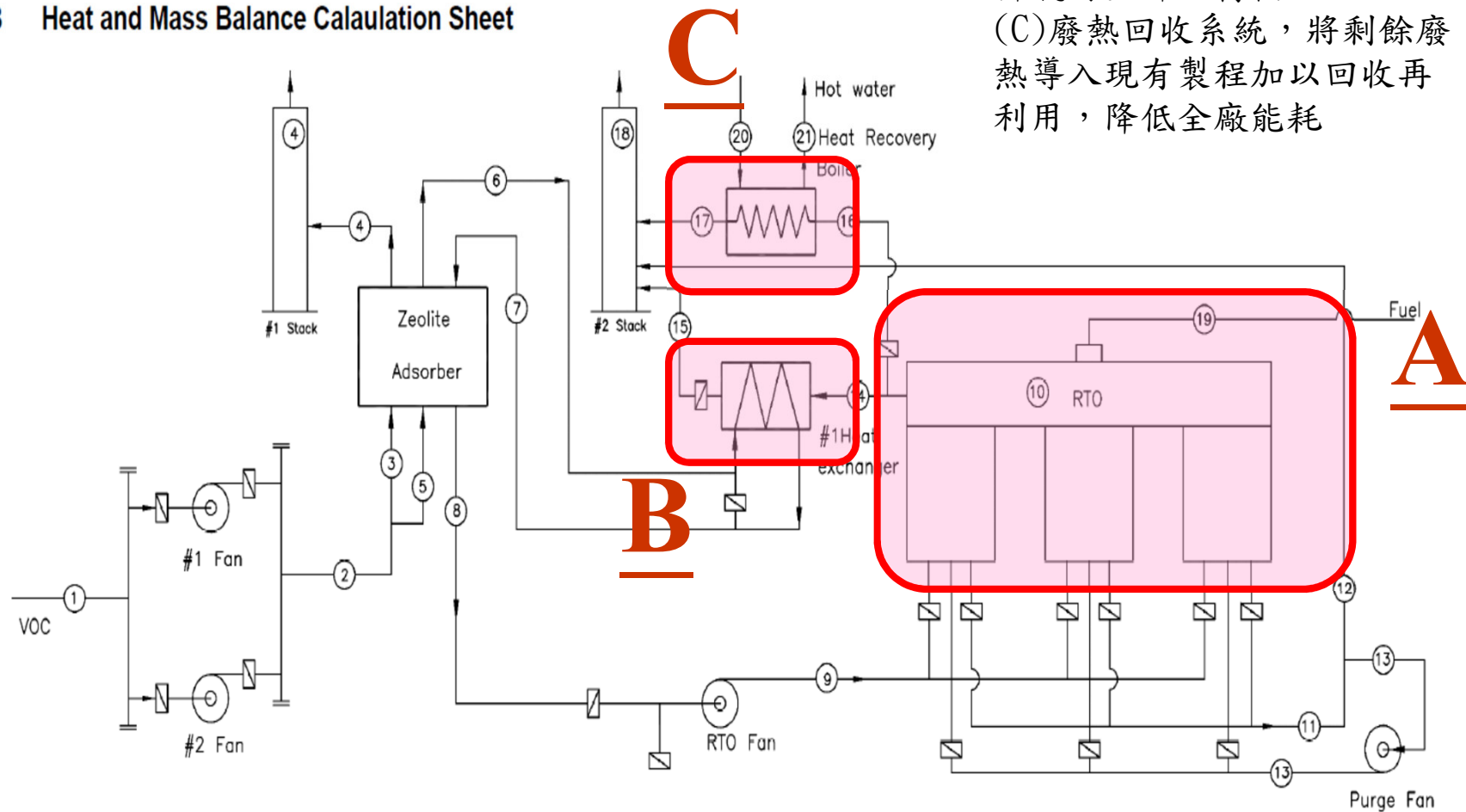
# 廢熱的種類

- 工業燃燒爐廢氣
  - 加熱爐的排氣
  - 熔爐的排氣
  - 產業機械的烘箱排氣
- 有機廢氣燃燒處理設備的排氣
  - TO爐
  - RTO爐
- 鍋爐設備排氣
  - 蒸氣鍋爐或熱媒鍋爐等
- 鍋爐的低壓蒸汽
- 產業製程的熱排水或熱排氣

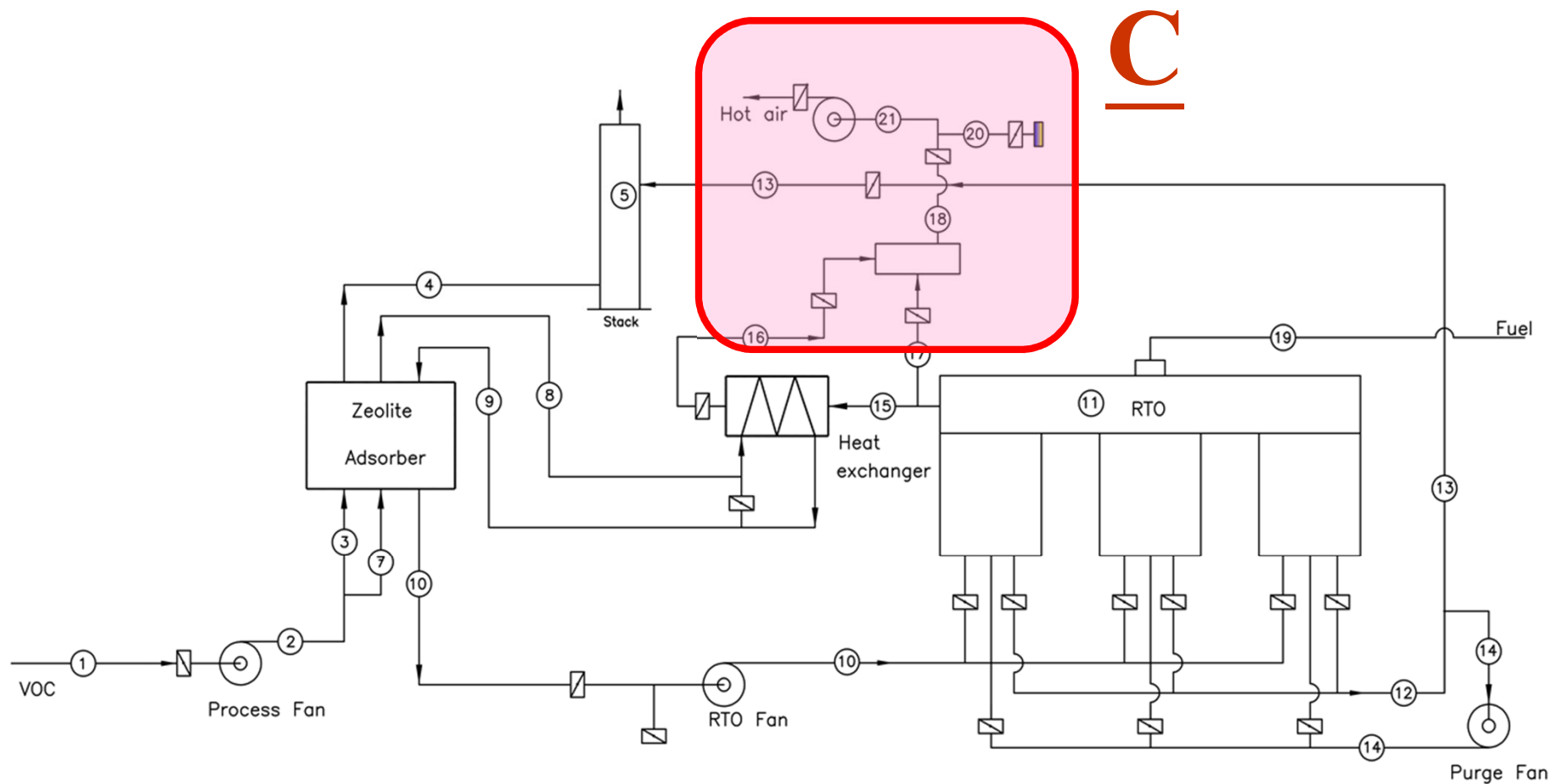
# 廢熱回收技術應用研究方法

VOC廢氣時之燃燒熱能回收至：  
(A)蓄熱陶瓷，以大幅減少所需之燃料  
(B)空氣交換器，以燃燒高溫排氣再生沸石轉輪  
(C)廢熱回收系統，將剩餘廢熱導入現有製程加以回收再利用，降低全廠能耗

B Heat and Mass Balance Calculation Sheet

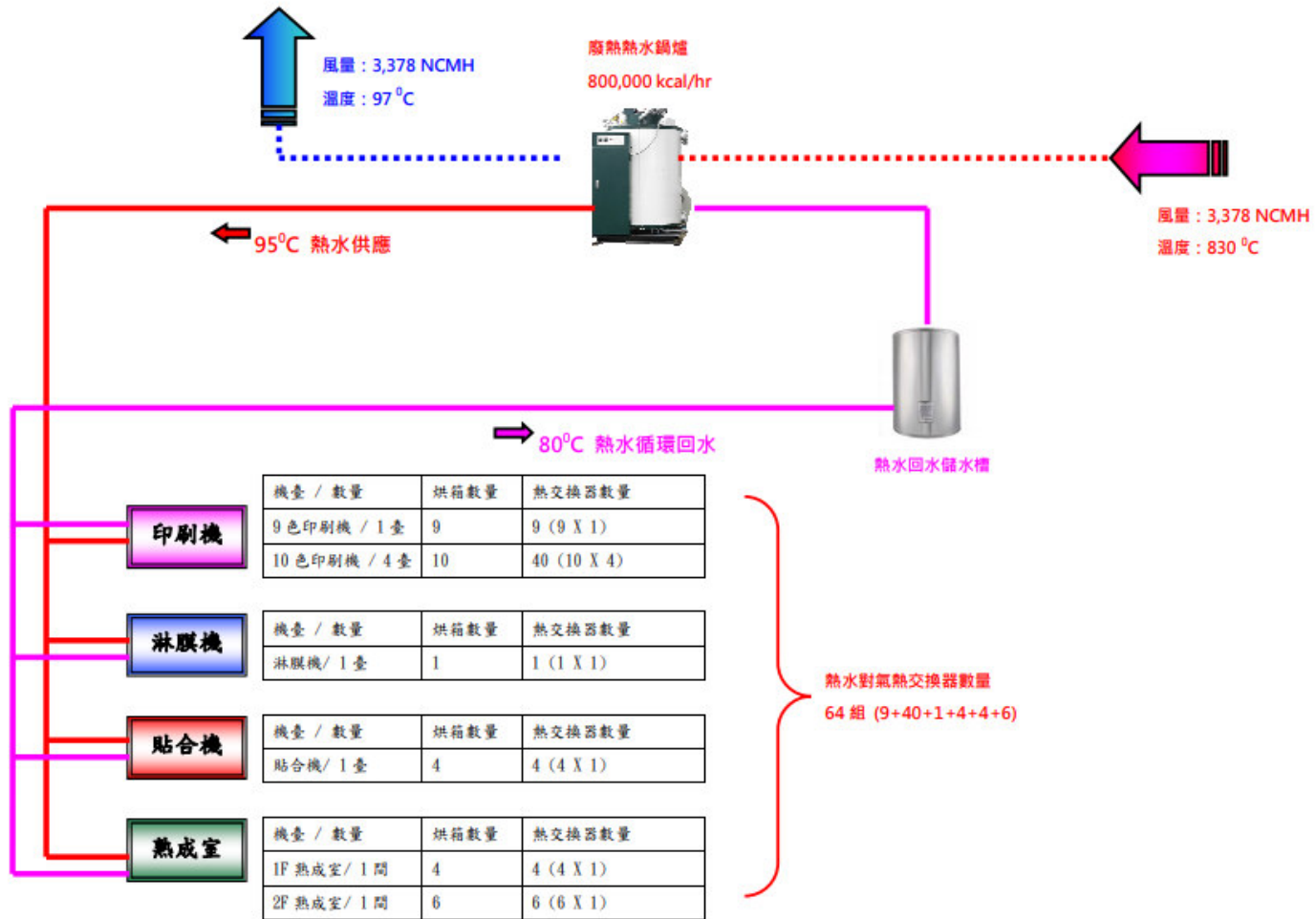


# 廢熱回收技術應用研究方法

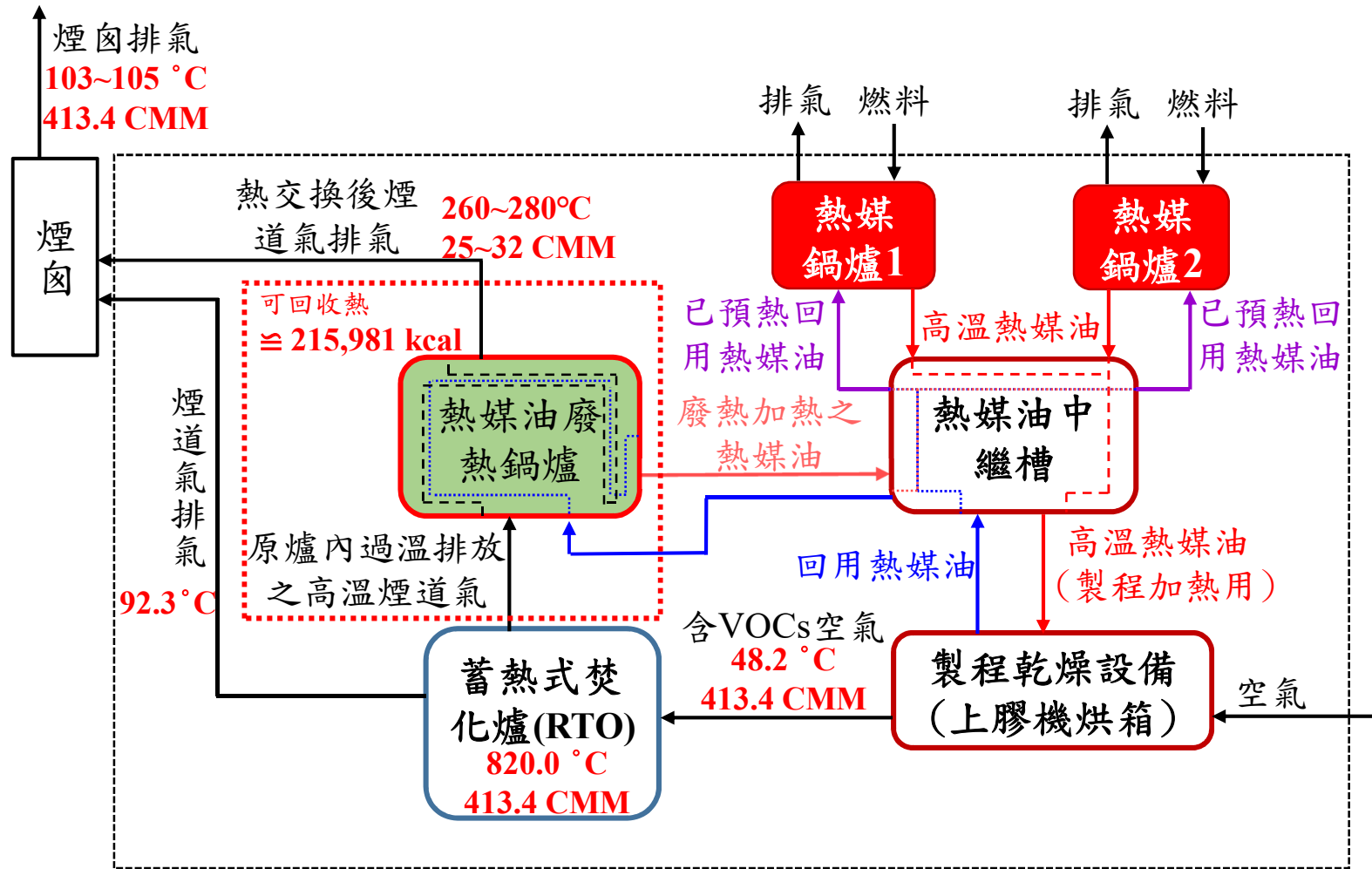


C

# 廢熱回收技術應用研究方法

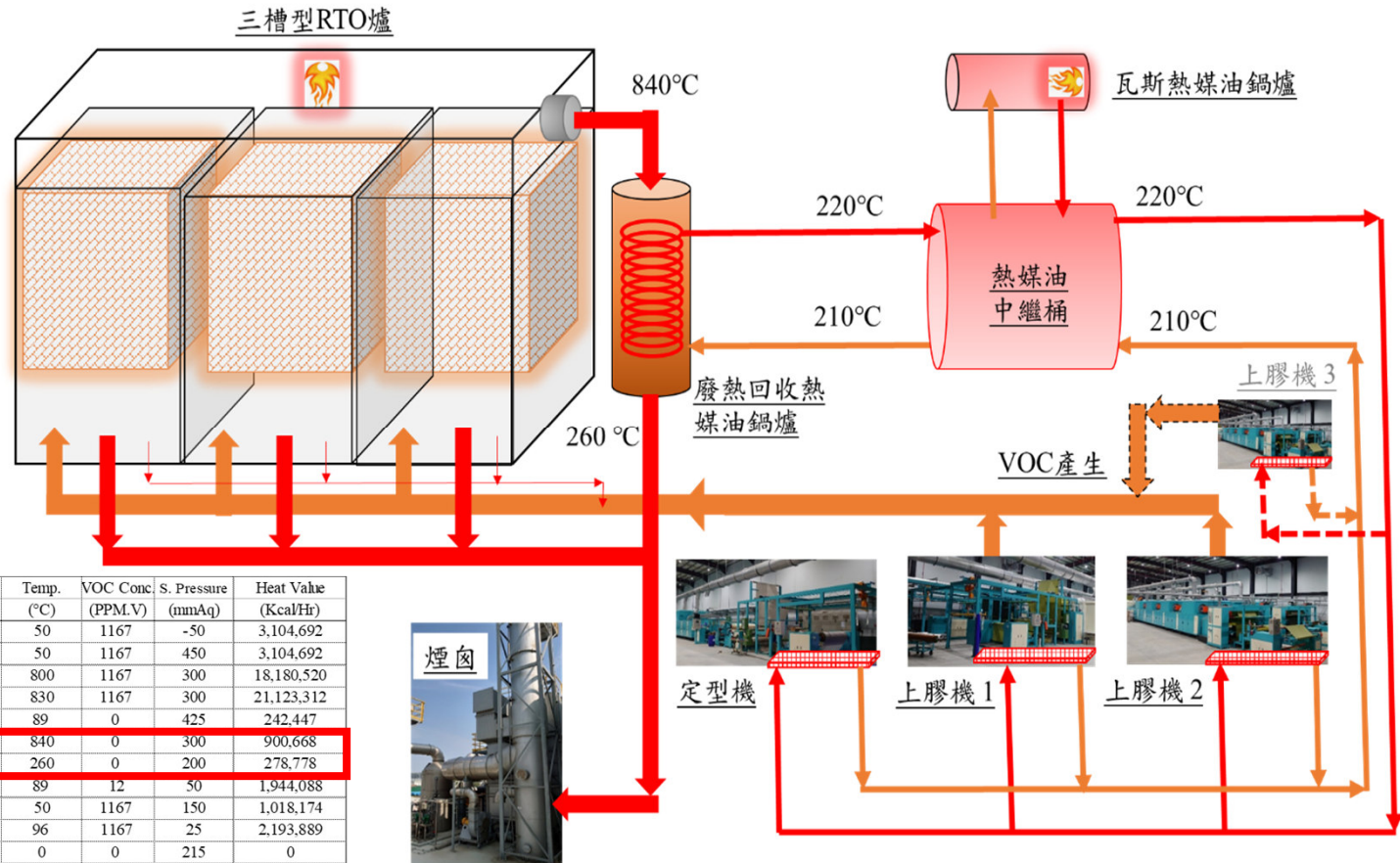


# 廢熱回收技術應用研究方法



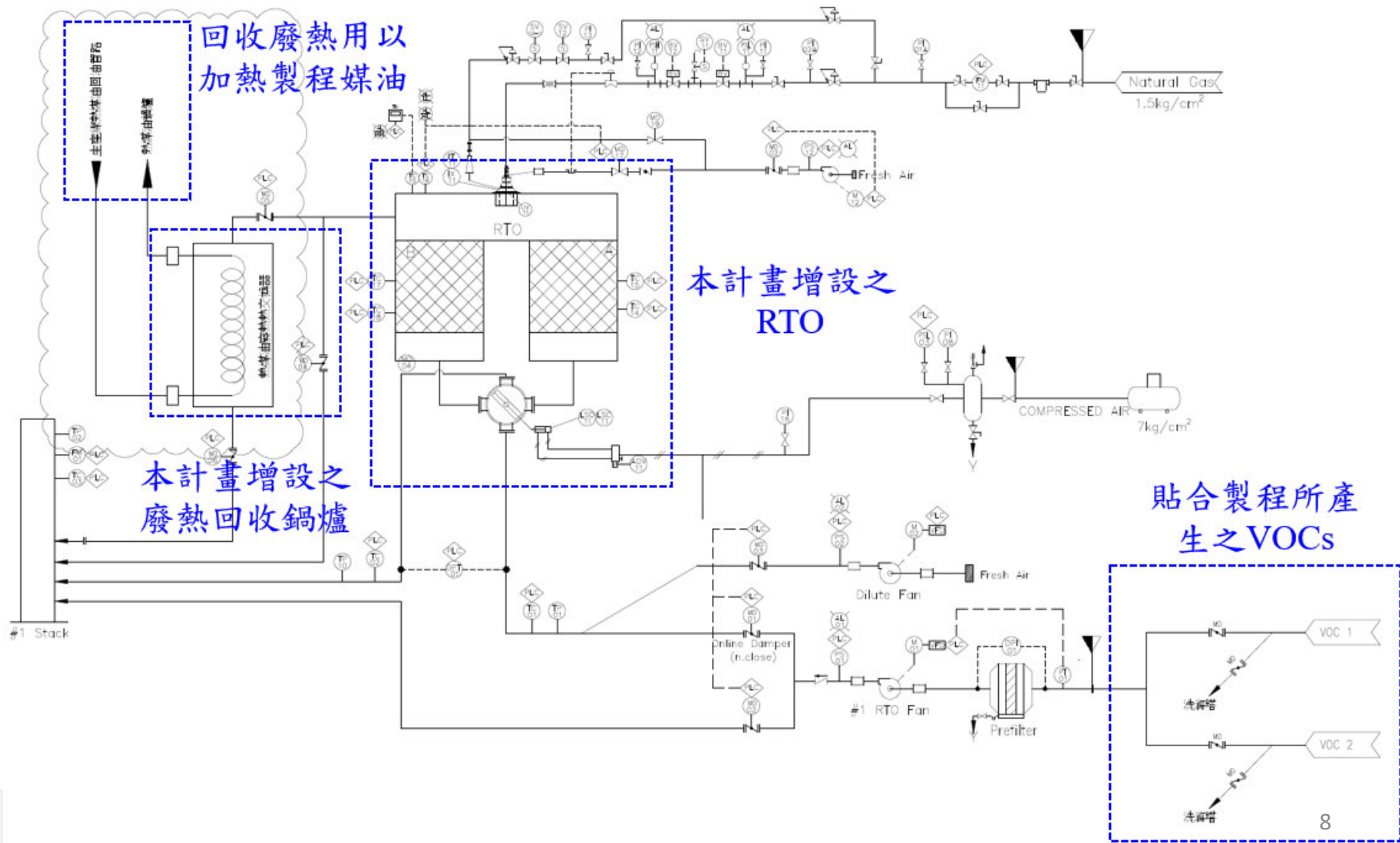
# 廢熱回收技術應用研究方法

- 新設一廢熱回收熱煤油鍋爐。
- 約可回收**621890 kcal/hr**的熱量。(3條上膠機產線)
- 上膠機3目前未建置。



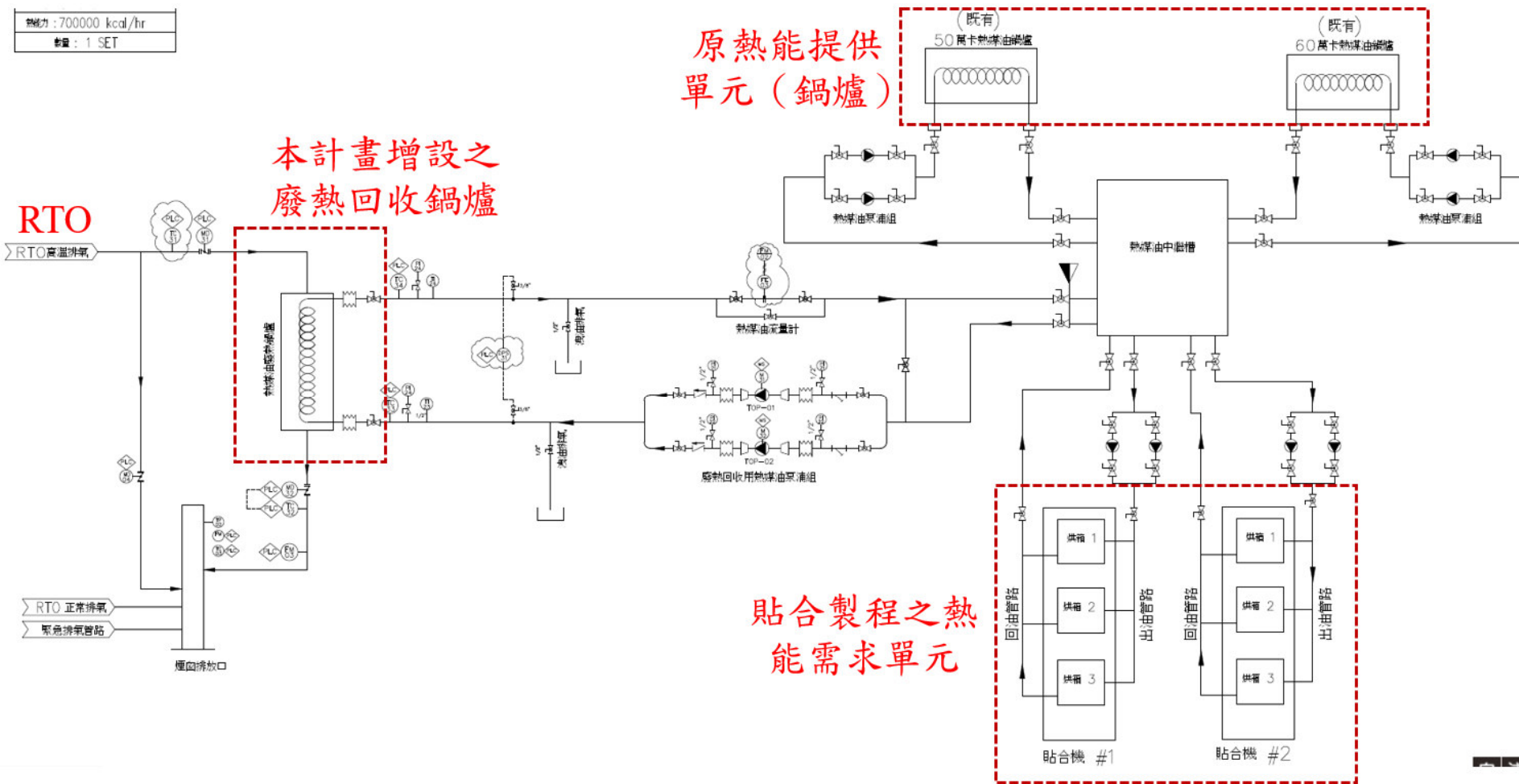
No.	Sketch description	Flow Rate (NCM <sup>3</sup> /H)	Flow Rate (ACM <sup>3</sup> /H)	Temp. (°C)	VOC Conc. (PPM.V)	S. Pressure (mmAq)	Heat Value (Kcal/Hr)
1	VOC laden air to Header	62996	75240	50	1167	-50	3,104,692
2	Process air to RTO	62996	75240	50	1167	450	3,104,692
2.1	Outlet from Ceramic bed	62996	247600	800	1167	300	18,180,520
2.2	RTO combustion chamber	70547	285032	830	1167	300	21,123,312
3	Purge air to RTO	7551	10013	89	0	425	242,447
4.1	Heat to heat changer	2972	12118	840	0	300	900,668
4.2	Heat exchanger flue gas out	2972	5803	260	0	200	278,778
5	RTO Exhaust air	67575	89605	89	12	50	1,944,088
6	By-pass air	62996	74534	50	1167	150	1,018,174
7	RTO exhaust to stack	70547	95408	96	1167	25	2,193,889
8	Hot side by-pass to stack	0	0	0	0	215	0
9	Fuel line	0.00	0.00	20	-	-	0

# 廢熱回收系統- 蓄熱式氧化爐及廢熱鍋爐PID圖



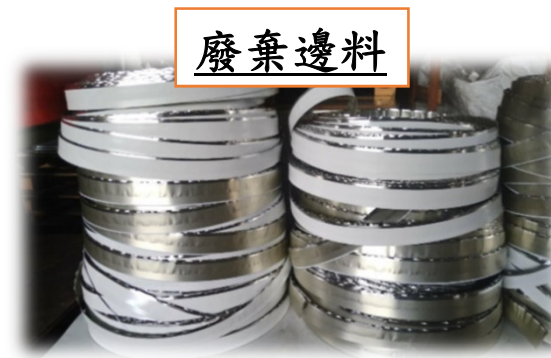
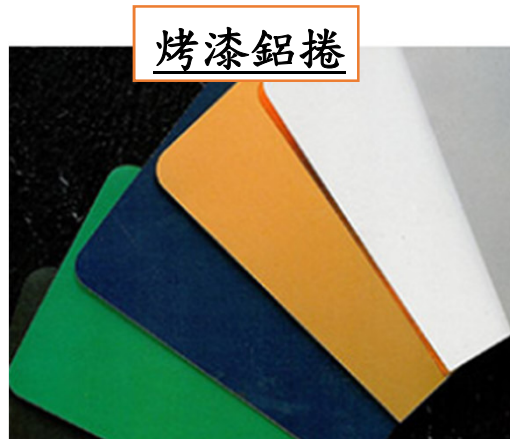
# 整廠製程規劃PID圖

熱能力: 700000 kcal/hr  
數量: 1 SET



# 申請補助法人之經營概況

- xx實業有限公司成立於1992年，專營鋁捲烤漆，並推出”塑鋁板”，應用領域非常廣泛，各大知名連鎖店品牌的裝潢都可看到xx實業所產出的商品應用實績。
- 完成廢料近零排放製程，全面回收製程中產生的邊料，大量減少廢棄物的產生，不僅可以減少材料成本與清運成本，對於地球也做出貢獻，華旗實業以綠色節能環保與營收雙贏的發展方向與世界新進國家齊步邁進。
- 公司為了環境友善最大化，擴大投資三槽型廢熱回收之VOC處理設備(RTO爐)，不僅處理廢氣效率更高，更以區域能源整合的方式，利用RTO爐的廢熱對製程進行輔助加熱，兼具環保與節能的綠色目的，為同業建立良好的典範。



# 能源使用狀況

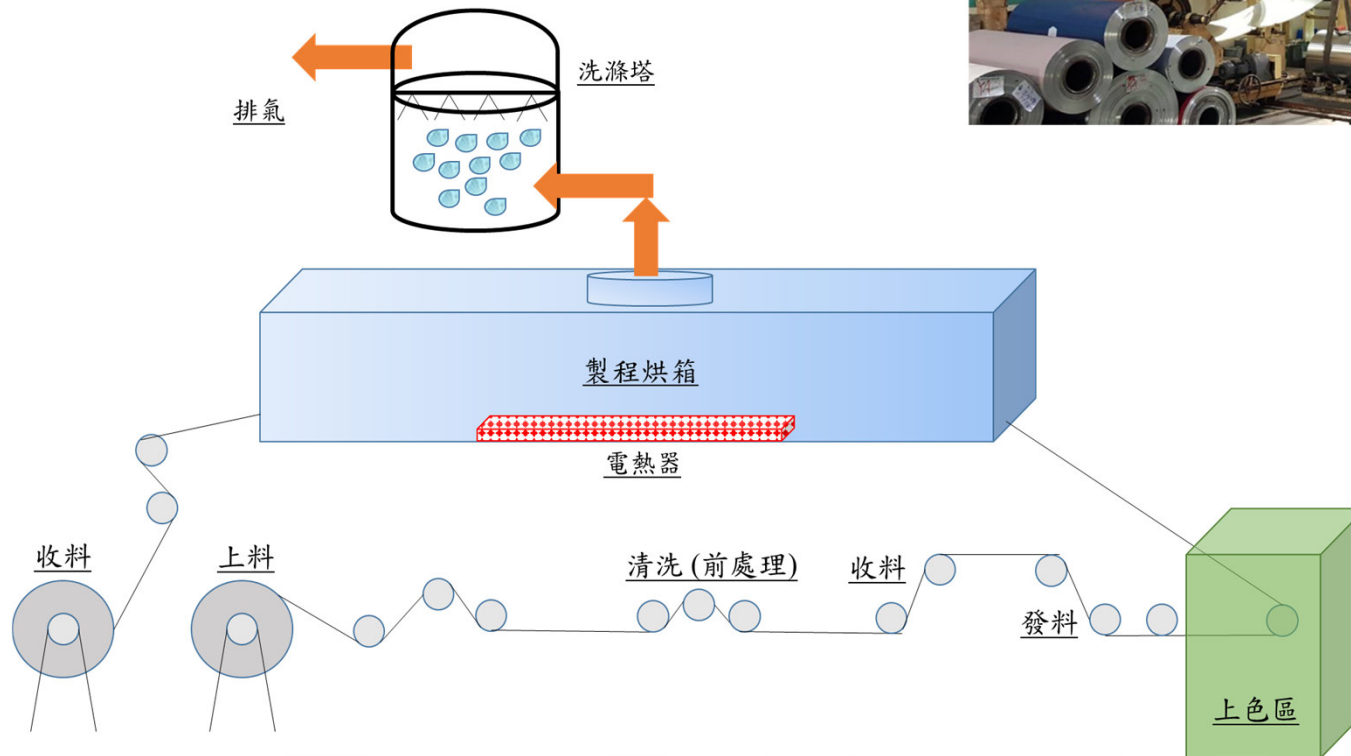
主要設備：鋁板塗佈印刷機1台

能源使用：烘乾箱體1台

(總電表)

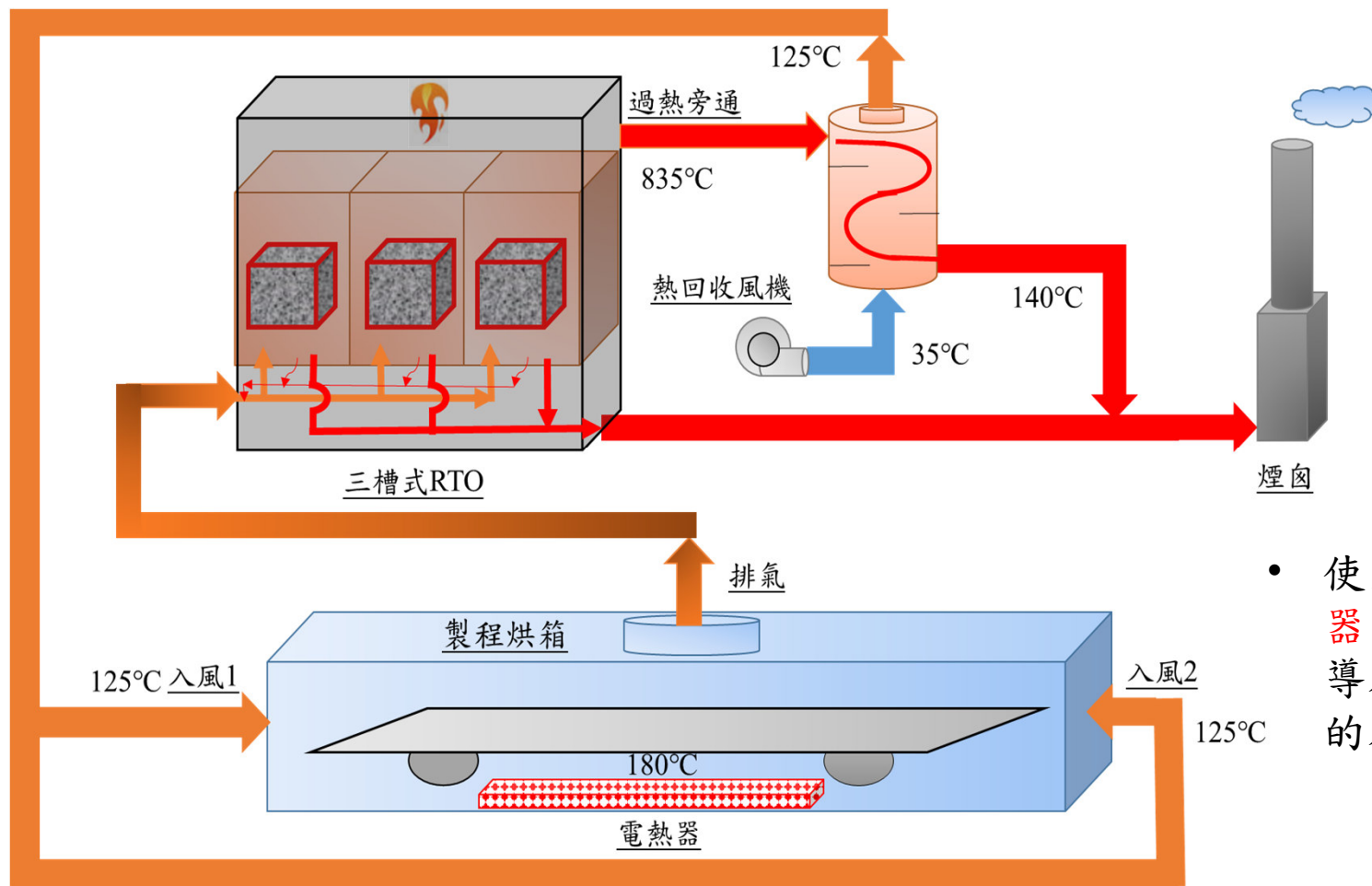
塑鋁板貼合機1台

(與本計畫相關性低)



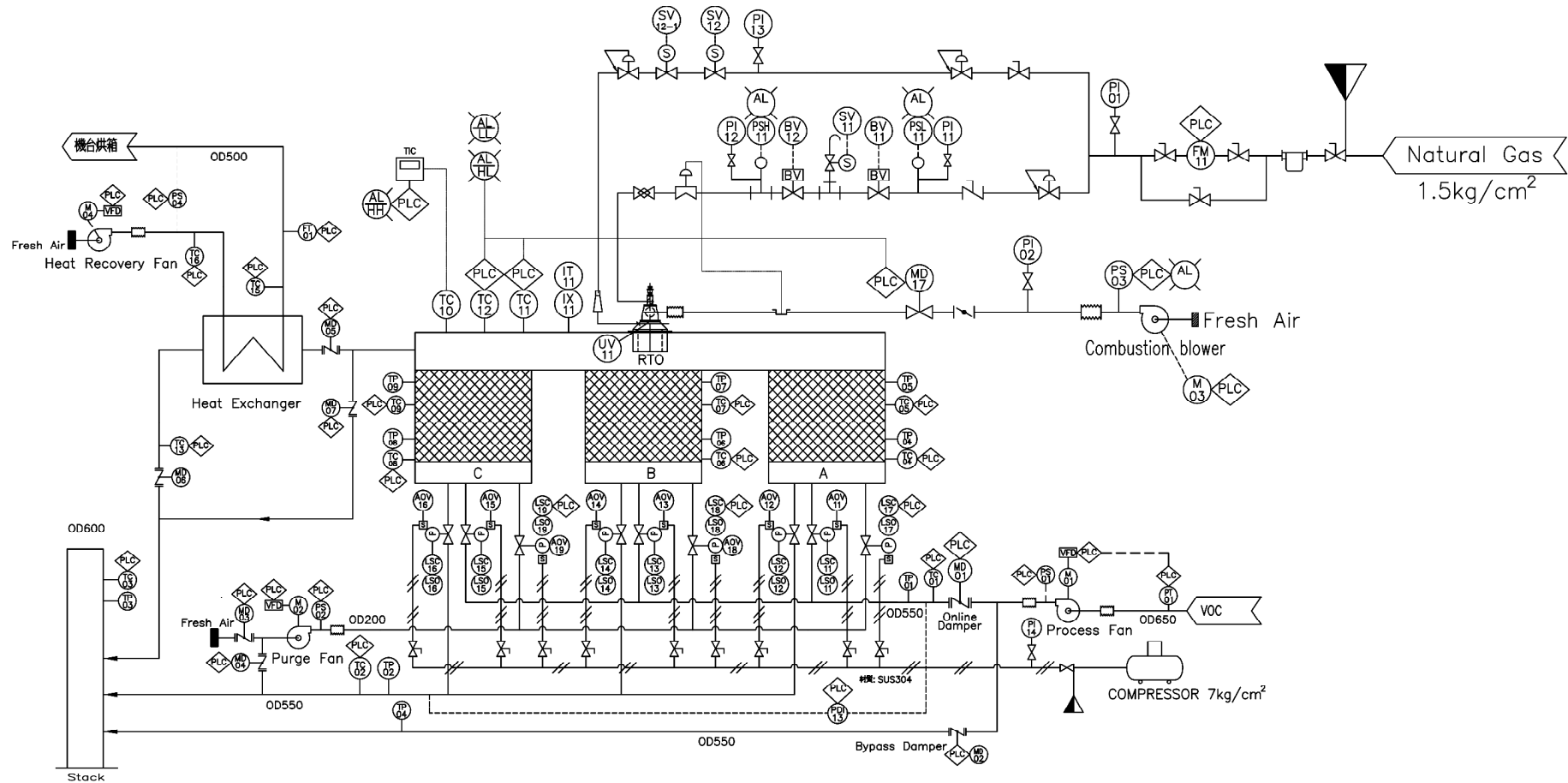
# 廢熱回收技術應用研究方法

- 建立三槽型廢熱回收之VOC處理設備(RTO爐)，取代洗滌塔。
- 回收過熱旁通的廢熱對製程烘箱進行輔助加熱，**節能約50%以上**。

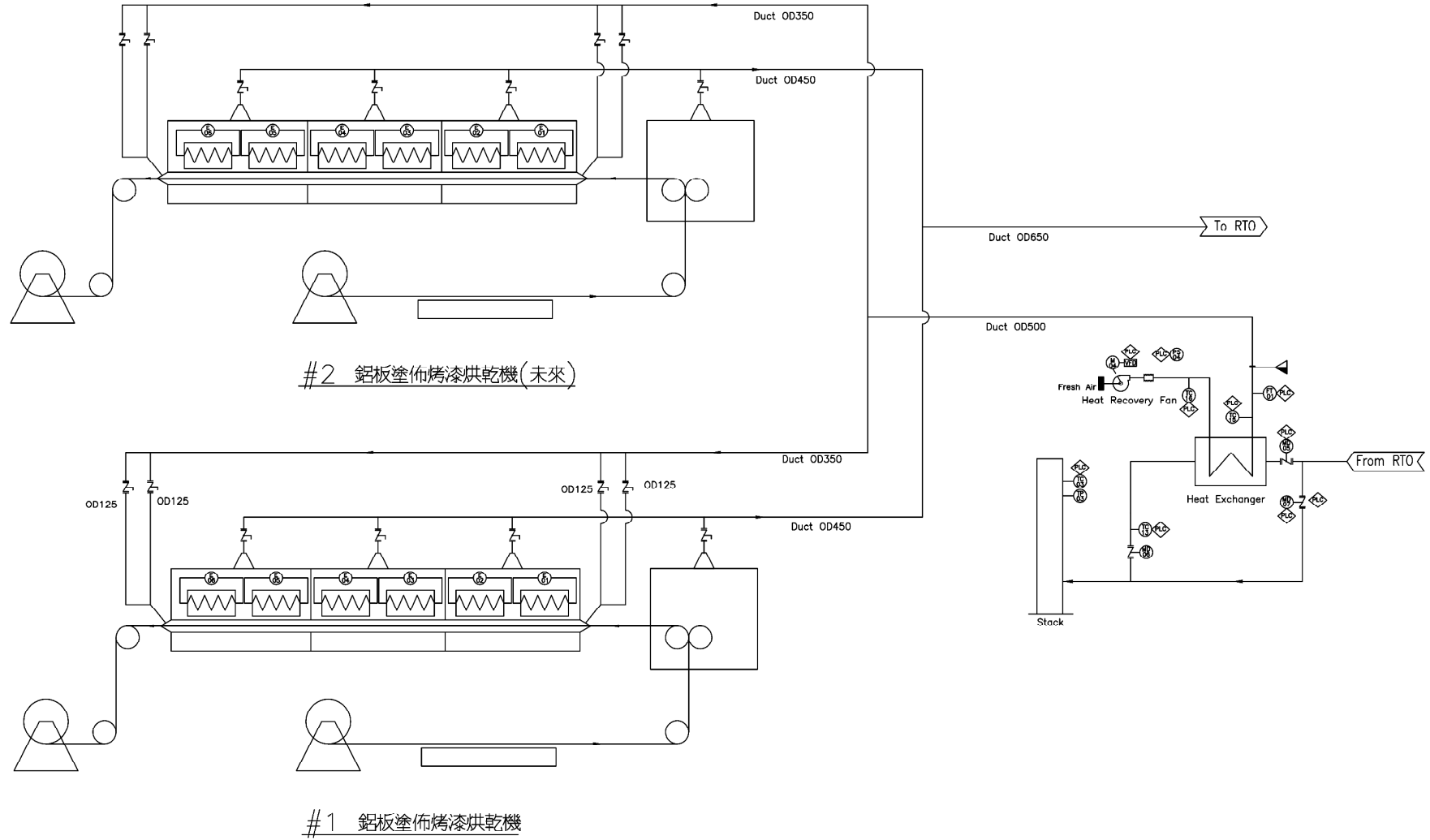


- 使用**氣對氣熱交換器**，產生高溫熱風，導入製程烘箱兩側的入風口。

# 系統設備流程圖



# 廢熱回收系統設備流程圖



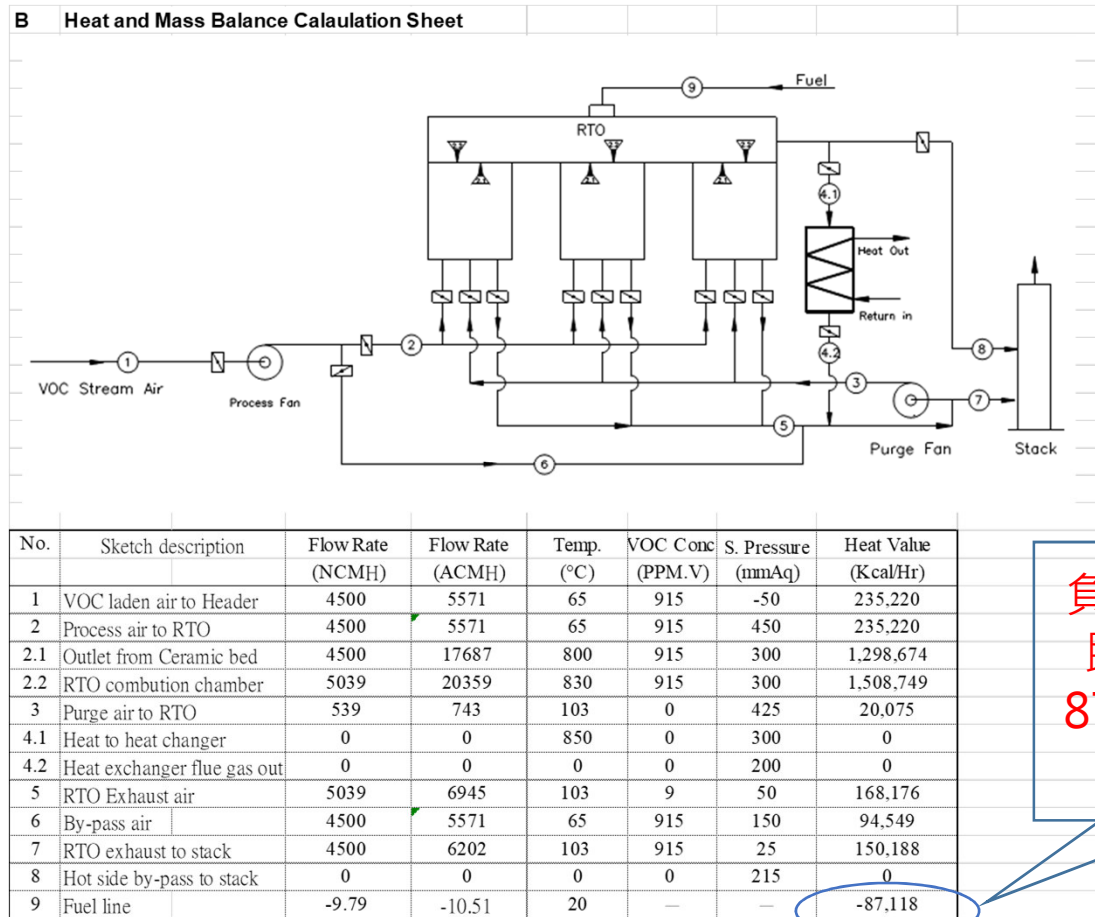


# 系統質能計算表(1/2)

A Customer Process Information		1條生產線狀況									
1	Design basic										
1)	VOC inlet flow rate	93.8	m <sup>3</sup> /min	75	Nm <sup>3</sup> /min						
2)	VOC inlet temperature	65	°C	VOC inlet pressure	-50	mmAq	Humidity	60	% RH		
3)	Solvent concentration	5000	ppm as CH4								
	component	CAS-No	Boiling Point °C	LHV kcal/kg	MW kg/kmol	LEL Vol. %	Peak composition g/Nm3	Peak composition Vol. %	Peak Mass flow rate, kg/hr	Concentration ppmv	Percentage %
	PGME,C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	107-98-2	120	6620	90	3.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	108-88-3	111	10150	92	1.4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	PGMEA,C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	108-65-6	146	8930	132	1.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	BDG, C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	112-34-5	231	8920	162	0.7	0.1593	0.0022	0.7168	22.0	4.46%
	MEK, C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	78-93-3	80	8090	73	1.8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	2-Heptanone,C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COCH <sub>3</sub>	110-43-0	152	8090	114	1.1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	IPA,C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	67-63-0	82	7910	60	2.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	Acetone,C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	67-64-1	57	7360	58	2.2	1.0818	0.0418	4.8680	417.8	30.29%
	Ethanol CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	64-17-5	78	7089	46	3.3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	Naphtha, C <sub>9</sub>	64742-94-5	218	9630	128	0.9	1.7961	0.0314	8.0822	314.3	50.29%
	2-Butyl acetate(SBAC), C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	105-46-4	112	8857	112	7.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	Ethyl acetate,C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	141-78-6	77	6100	88	2.0	0.0114	0.0003	0.0514	2.9	0.32%
	Butyl Alcohol C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	71-36-3	117.5	8629	74	1.4	0.5229	0.0158	2.3528	158.3	14.64%
	EGMEA,(CAC),C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	111-15-9	156	8630	132	1.7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	Xylene,C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	1330-20-7	144	10280	106	2.4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	0.00%
	Total (Average)			8752.9	100.3		3.5714	0.0915	16.0712	915.3	100.00%
4)	Solvent LEL	LEL= 1/Σ [VOC vol. Fraction / LEL of VOC]				=	1.39	%			
	Dilute rate	D. rate=Vol. peak ÷ (Sol. LEL × 0.25)				=	-74%	(負值表示不需要Dilute)			
5)	Solvent Heat release	Qvoc = Σ [VOC Peak mass flow rate × LHV]				=	140,670	kcal/hr			

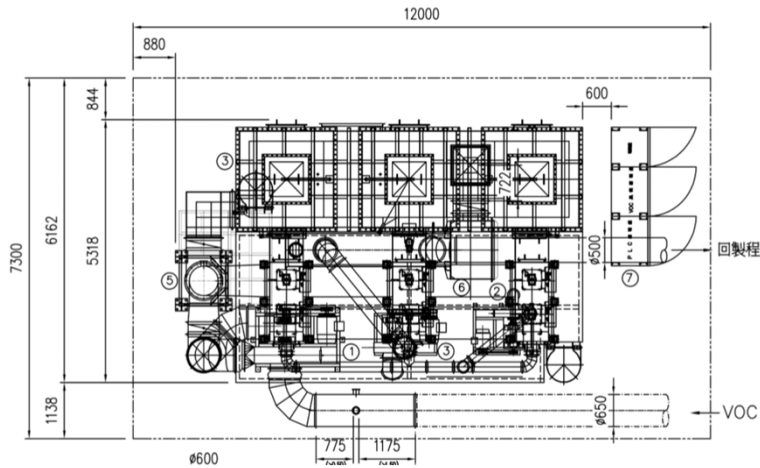
# 系統質能計算表(2/2)

## 採用RTO設備 1條生產線



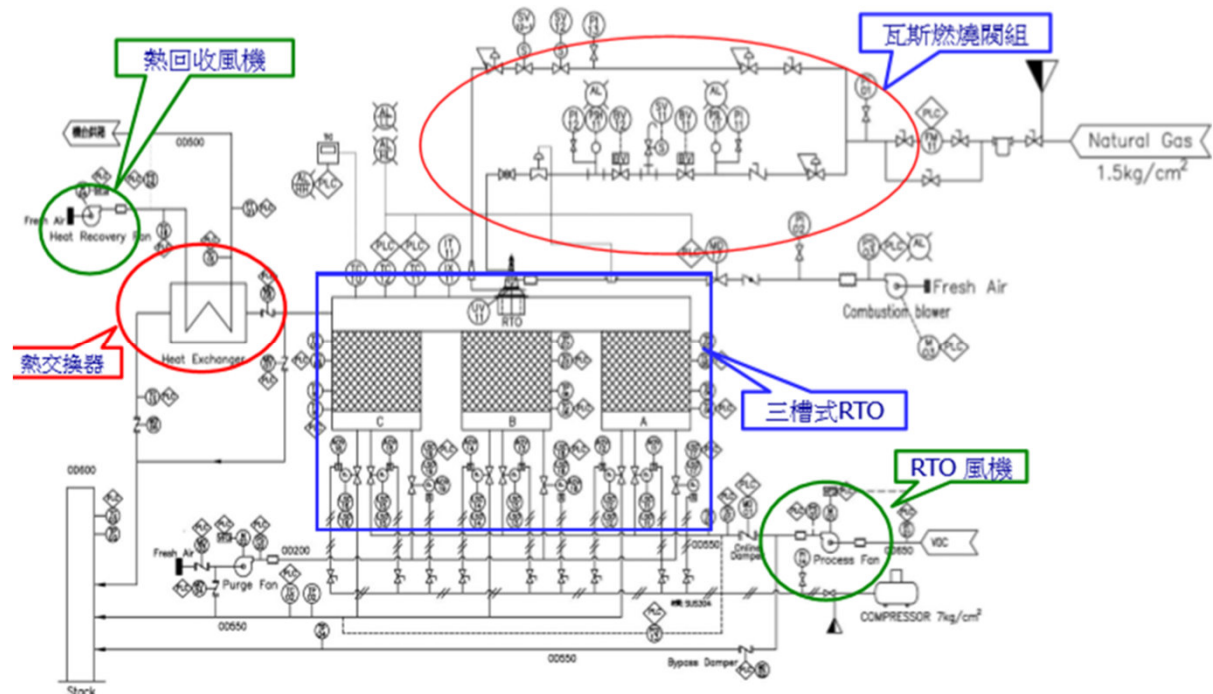
負值為不需要輔助燃料,還多出87118kcal/hr的熱量

# 計畫內容與實施方法



- 製程烘箱與RTO爐距離近，可直接使用氣對氣熱交換器產生熱風。
- 預計可使本來35°C的烘箱入風，升溫到125~140°C。

- 因應未來兩條產線，RTO爐最大處理風量為150CMM。
- 從預估的VOC熱量，設計過熱排風最大風量為11.6CMM。
- 回收此熱量對50CMM製程烘箱所需的供風進行加熱。

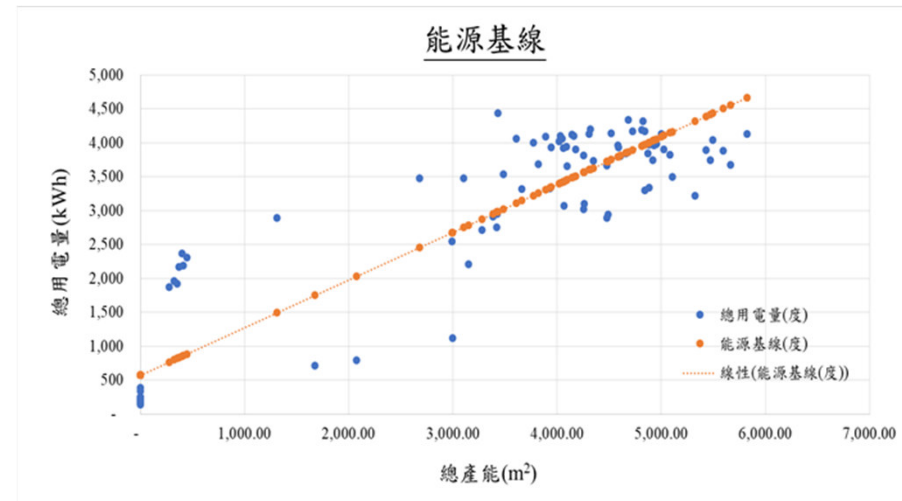


# 能源基準線(1/2)

- 根據2020年8月~11月的整廠耗電統計資料與塑鋁板與鋁捲塗裝烤漆兩條產線之總產能所做成的能源基準線之 $R^2 = 0.8482$

8月統計資料

2020年	塑鋁板產量 (m <sup>2</sup> )	鋁捲產量 (m <sup>2</sup> )	總產能 (m <sup>2</sup> )	整廠耗電 (kWh)
8/3	1,244.30	3,862.5	5,106.8	3,500
8/4	1,440.77	3,382.5	4,823.2	4,317
8/5	1,027.00	3,062.5	4,089.5	3,940
8/6	1,172.86	3,407.5	4,580.3	3,961
8/7	753.13	2,350.0	3,103.1	3,482
8/8	-	-	-	235
8/9	-	-	-	164
8/10	1,134.16	3,705.0	4,839.1	3,300
8/11	1,759.29	4,062.5	5,821.7	4,132
8/12	1,583.27	3,885.0	5,468.2	3,747



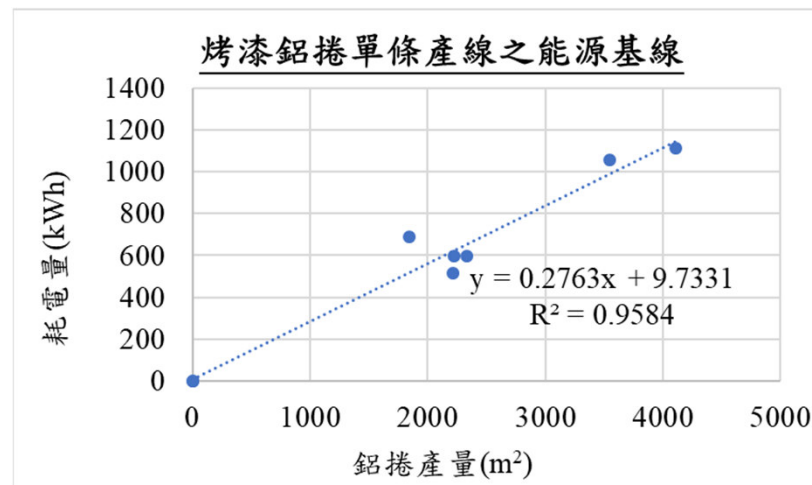
$$\text{整廠耗電量} = 572.235 + 0.70235 \times \text{總產能}$$

$$R^2 = 0.8482$$

# 能源基準線(2/2)

- 2020年12月本廠安裝鋁捲塗裝烤漆產線單獨的電表，可統計鋁捲單條產線的耗電量，一條產線之產能所做成的能源基線之 $R^2 = 0.9584$
- 數據目前只有0.5個月，未來持續資料收集，可建構出更精確的能源基線，並與整廠的能源基線進行比較。

2020年	塑鋁板產量 (m <sup>2</sup> )	耗電 (kWh)
12/5	2212.5	514.8
12/6	0	0
12/7	1840	690
12/8	4110	1113.6
12/9	3550	1056
12/10	2330	598.8
12/11	0	0
12/12	2225	598.8



## 能源績效指標值

- 本計畫以氣對氣熱交換器之熱能回收量作為「能源績效指標」值，計算如下：

總廢熱量： $1.29 \times 60 \times 5.8047 \times 0.279 \times (835^{\circ}\text{C} - 140^{\circ}\text{C}) = 87,118 \text{ kcal/hr}$

- 考慮到熱交換器效率約為0.6，因此廢熱量約為  
 $87,118 \text{ kcal/hr} \times 0.6 = 52,271 \text{ kcal/hr}$  (可使製程烘箱入風溫度從35°C上升到125°C)

- 考慮產線產出VOC氣體濃度不穩定與管線熱能損耗隨季節會有差異，因此再以效率65%之條件進行推估計算。

能源績效指標： $52,271 \text{ kcal/hr} \times 65\% = 33,976 \text{ kcal/hr}$

回收熱量相當於電熱功率：39.5 kWh

每年可節省電量:每天運轉10小時，每年有260工作天估算。

$39.5\text{kWh} * 10 \text{ hr/day} * 260 \text{ day/year} = 102,700 \text{ kWh/year}$

# 能源效益分析

- **直接效益:**採用RTO每年可節省電量95,550度，以每度電 3.75元估算：

每年每條生產線可回收費用為： $102700 \times 3.75 = \underline{385,125 \text{元}}$ 。

二條生產線可回收金額為： $385,125 \times 2 = \underline{770,250 \text{元}}$

**間接效益:**本公司在設計建置期即選用高效率的**節能設備**來處理廢氣，這決策預計可節省的效益如下：

採用RTO除預熱外，不需要瓦斯的輔助燃料(在設計條件的濃度計算下)

若採用**TO爐加熱交換器**處理：在同樣的條件下，除預熱外，**1**條生產線還需要補充熱值650,214 kcal/hr，相當於天然瓦斯81.28度/小時，每年需要天然瓦斯**211,328度**，**每年**需要多支出瓦斯費**2,324,608元**(瓦斯費單價11元/度，工作時間以10hr/day,260 days/year計算)

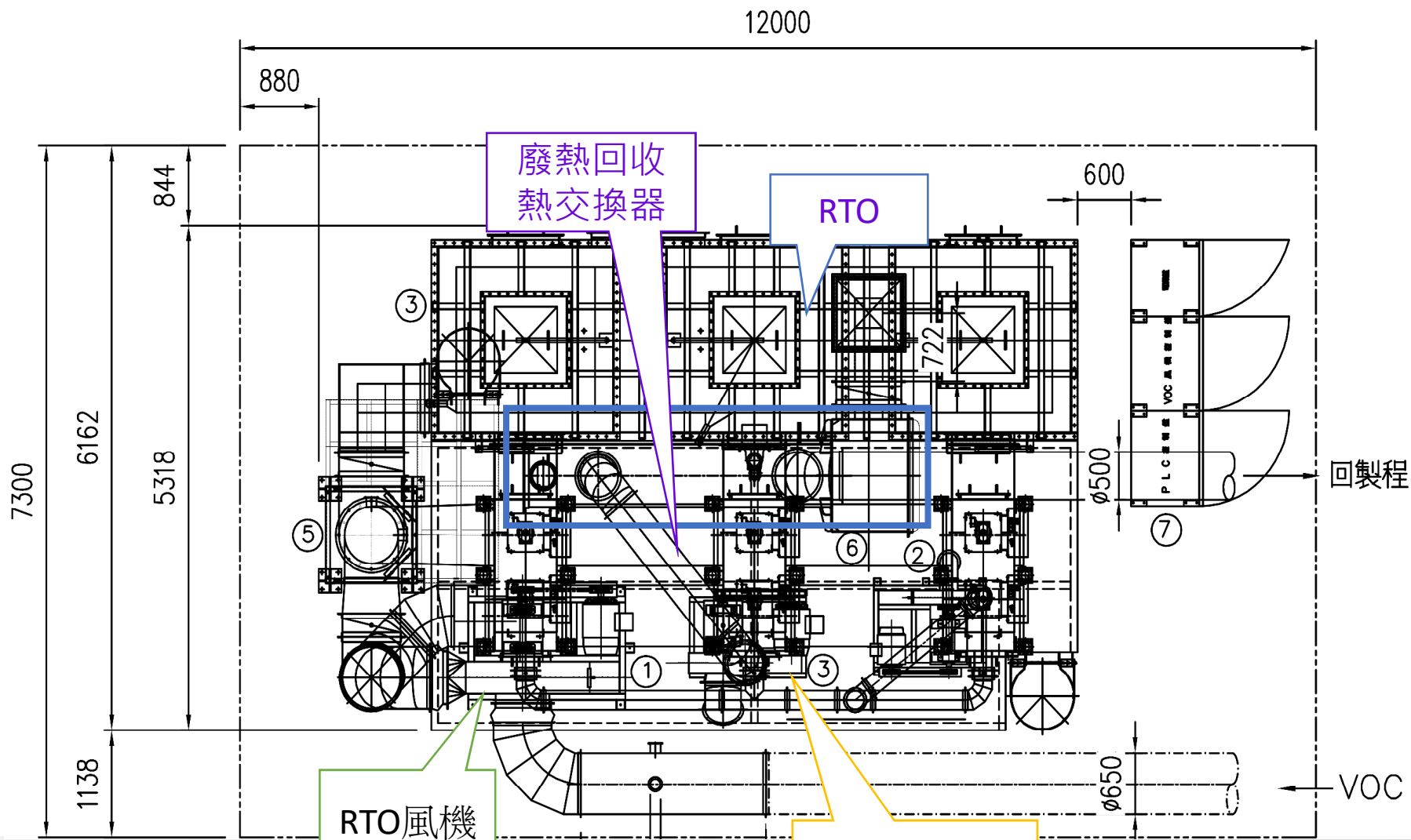
**2**條生產線採用TO爐總計**每年**需要多支出瓦斯費**4,649,216元**

回收年限: 直接效益+間接效益= 770,250元+4,649,216元= **5,419,466元(每年可省)**

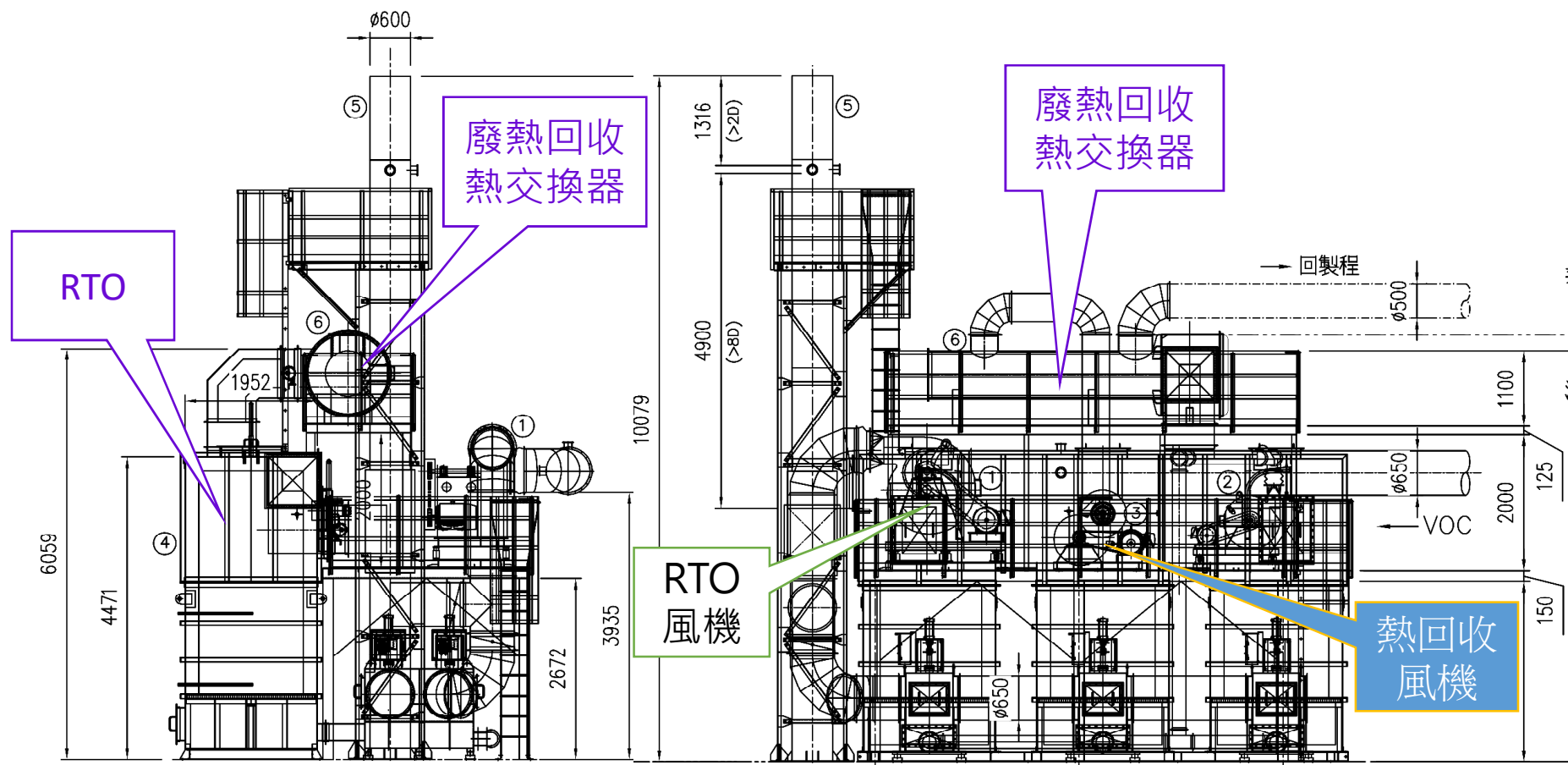
總投資金額約**4.1年可回收**

若能爭取能源局補助(設備總金額的1/3,最高補助金額500萬元)則約**3.2年可回收**

# 附件-系統設備平面圖



# 附件-系統設備立面圖





**謝謝聆聽！ 問題與討論！**