

恭迎 總裁暨各級主管 蒞臨指導

敬呈 呂總經理



南亞電子部銅箔基板三廠

報告人：陳義芳

日期：2021年11月15日


新港銅箔基板三廠位置圖

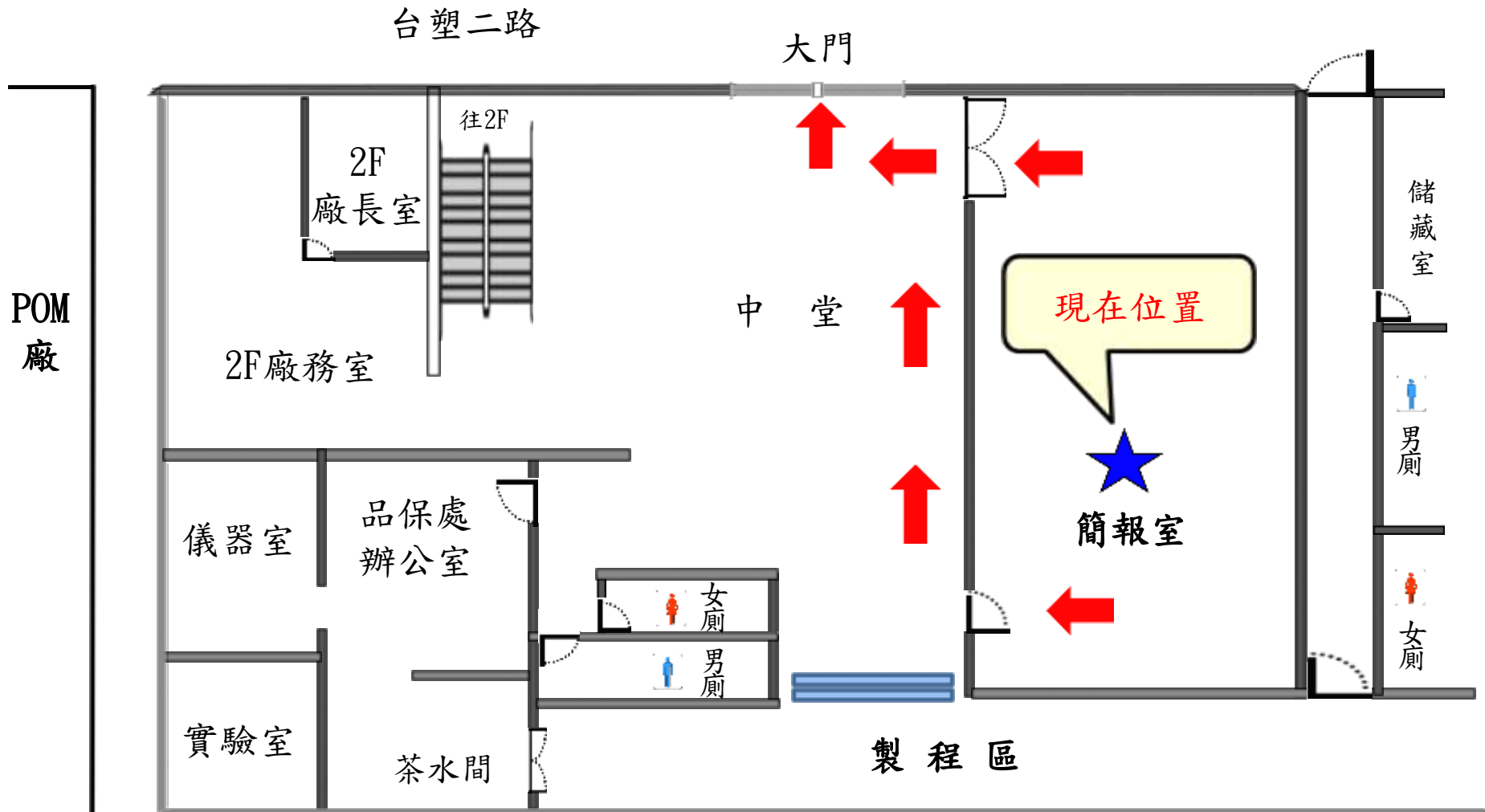


新港銅箔基板三廠簡報室緊急疏散路線圖



SAP廠

疏散方向： 



報 告 內 容

壹、基本資料

貳、產銷狀況

叁、銅箔基板三廠生產績效

肆、管理活動改善執行報告

伍、未來努力方向

壹、基本資料

一、台灣銅箔基板各生產廠產能

項 目	樹林二廠	新港CCL一廠	新港CCL三廠
用地面積	2.9公頃	2.1公頃	3.1公頃
投資金額	26.9億元	41.1億元	56.4億元
現有員工數	286人	316人	446人
建廠完成日	1986年8月	1995年7月	2001年9月
年產能	648萬張	900萬張	1,548萬張
技術來源	南亞自行設計		
台灣廠產能3,096萬張。			







壹、基本資料

二、大陸銅箔基板各生產廠產能

項 目	昆山一廠	昆山二廠	昆山三廠	惠州一廠
用地面積	3.8公頃	3.3公頃	3.9公頃	4.9公頃
投資金額	28.0億元	26.7億元	28.2億元	44.6億元
現有員工數	237人	231人	232人	315人
建廠完成日	2003年1月	2007年10月	2011年1月	2010年1月
年產能	1,080萬張	1,080萬張	1,080萬張	1,200萬張
技術來源	南亞自行設計			
大陸廠4,440萬張，兩岸合計7,536萬張。				

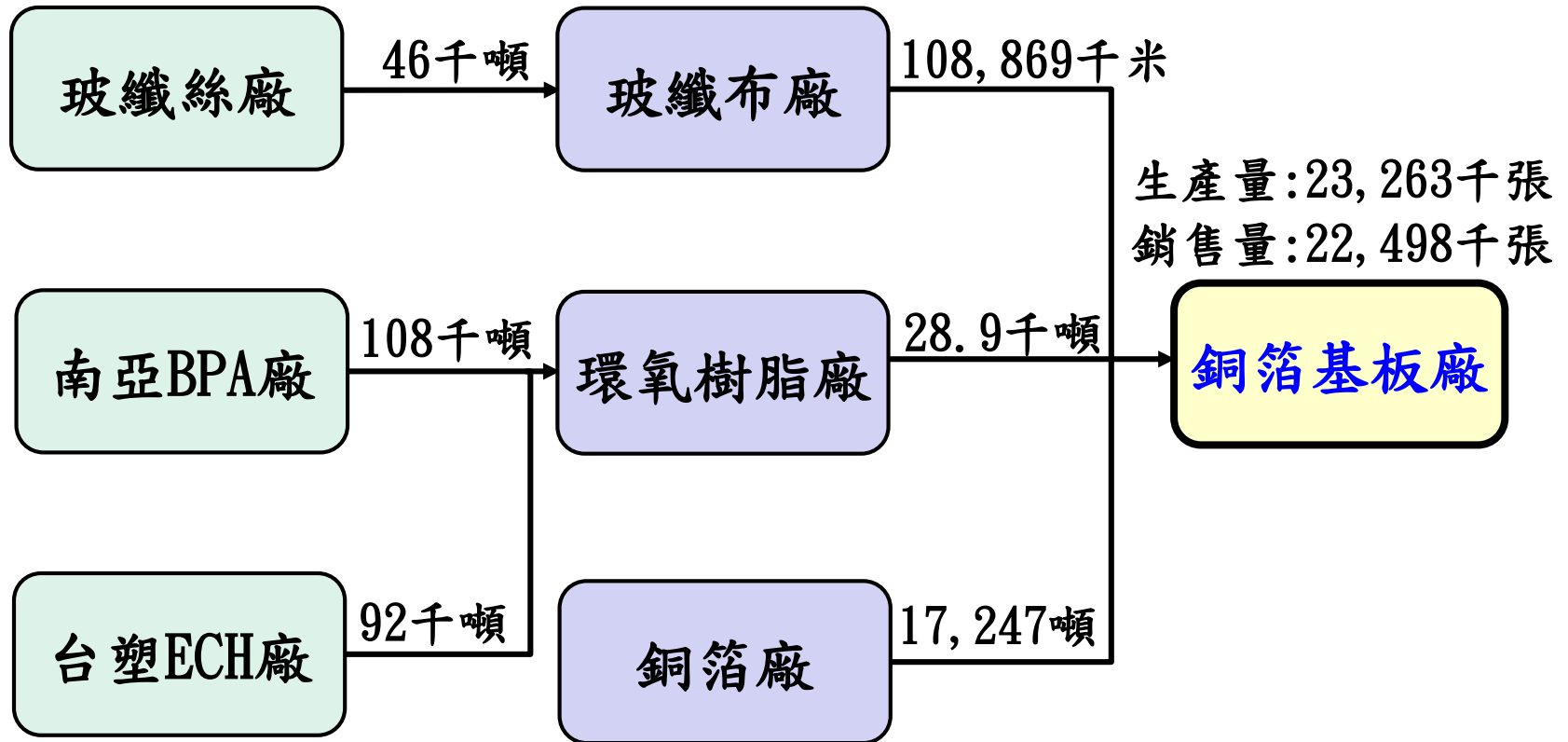
壹、基本資料

三、銅箔基板材料分類

銅箔基板	類別	應用	圖例
	泛用途材料	主機板、消費性電子產品、電腦周邊	
	高階多層板材料	伺服器、基地台、通信設備等	
	高密度連結材料	手機、超薄筆電、導航等	
	IC封裝材料	電腦CPU晶片、繪圖晶片、記憶卡等	
	高階車載板材料	汽車引擎控制、剎車部件等	
	微波材料	汽車雷達、Wi-Fi、5G天線	

壹、基本資料

四、銅箔基板原料垂直整合關聯圖(台灣2020年)



- 說明:1. 玻纖布產量為235,690千米、內撥量108,869千米、外售量為122,261千米。
2. 環氧樹脂產量為212千噸、內撥量28.9千噸、外售量為182千噸。
3. 銅箔產量為32,755噸、內撥量17,247噸(含昆山銅箔支援3,603噸)、外售量為19,028噸。

貳、產銷狀況

一、2021年全球銅箔基板主要供應商產能彙總表

二、銅箔基板銷售狀況(兩岸)

貳、產銷狀況

一、2021年全球銅箔基板主要供應商產能彙總表

單位：萬張/年

排名	公 司	國 別	產 地	總產能	全球佔比(%)
1	生益	中國	中國	10,320	13.9
2	建滔	中國	中國	9,600	13.0
3	南亞	台灣	台灣、中國	7,536	10.2
4	聯茂	台灣	台灣、中國	5,400	7.3
5	台光	台灣	台灣、中國	4,200	5.7
6	華正	中國	中國	3,720	5.0
7	金安國紀	中國	中國	3,360	4.5
8	松電工	日本	日本	2,832	3.8
9	台耀	台灣	台灣、中國	2,760	3.7
10	其他	-	-	24,320	32.8
合計				74,048	100.0

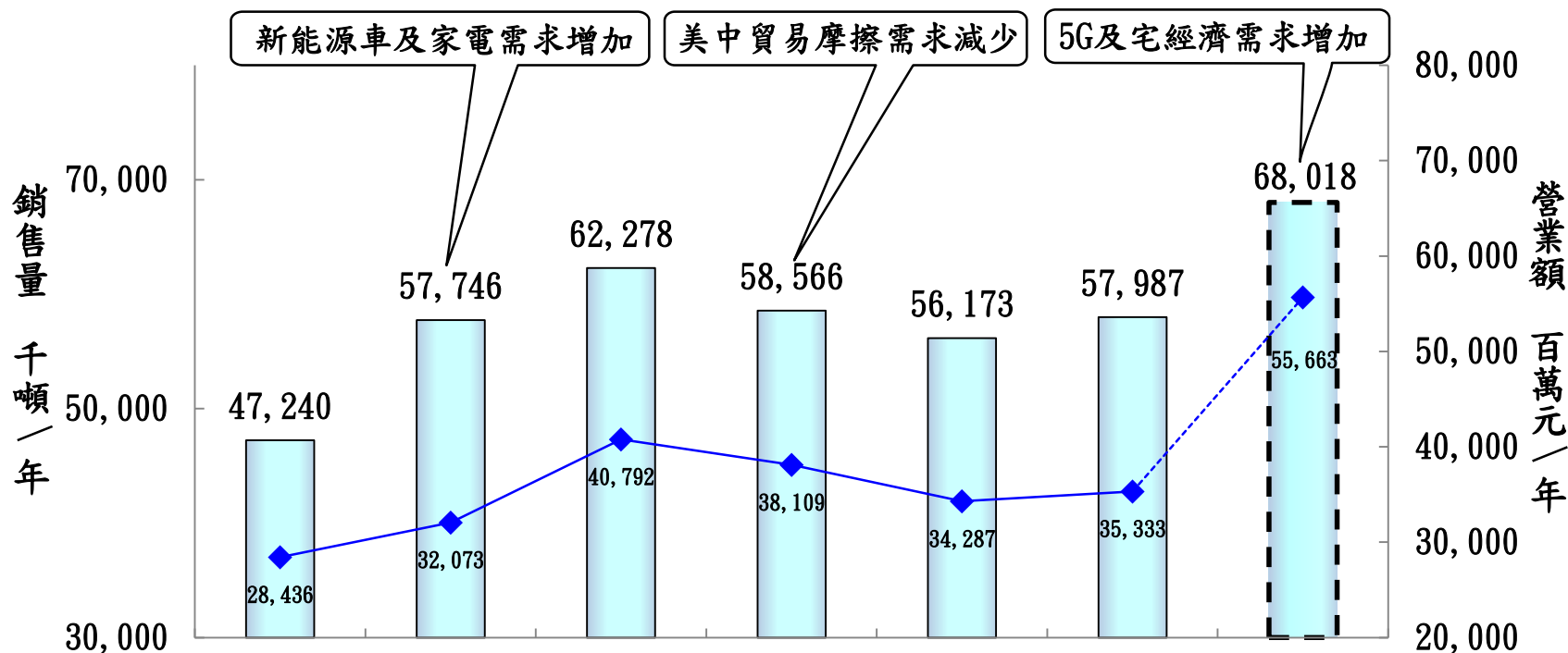
資料來源：各公司網站及市場調查

- 說明：1. 全球：2021年銅箔基板總產能74,048萬張，推估產能利用率約83.0%。
2. 大陸：2021年銅箔基板總產能56,328萬張，推估產能利用率約92.7%。
3. 南亞：2021年總產能7,536萬張，全球佔比10.2%，銷售量6,802萬張，產能利用率約90.2%。

貳、產銷狀況

二、銅箔基板銷售狀況(兩岸)

■ 銷售量 ◆ 營業額



年 度	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年 預估
銷售量 (千張/年)	47,240	57,746	62,278	58,566	56,173	57,987	68,018
營業額 (百萬元/年)	28,436	32,073	40,792	38,109	34,287	35,333	55,663
淨利額 (百萬元/年)	448	1,940	3,516	2,109	2,205	2,642	8,677

叁、銅箔基板三廠生產績效

一、歷年經營狀況

二、基板產量趨勢

三、加工成本趨勢

四、碳排減量推動

(一)趨勢及目標

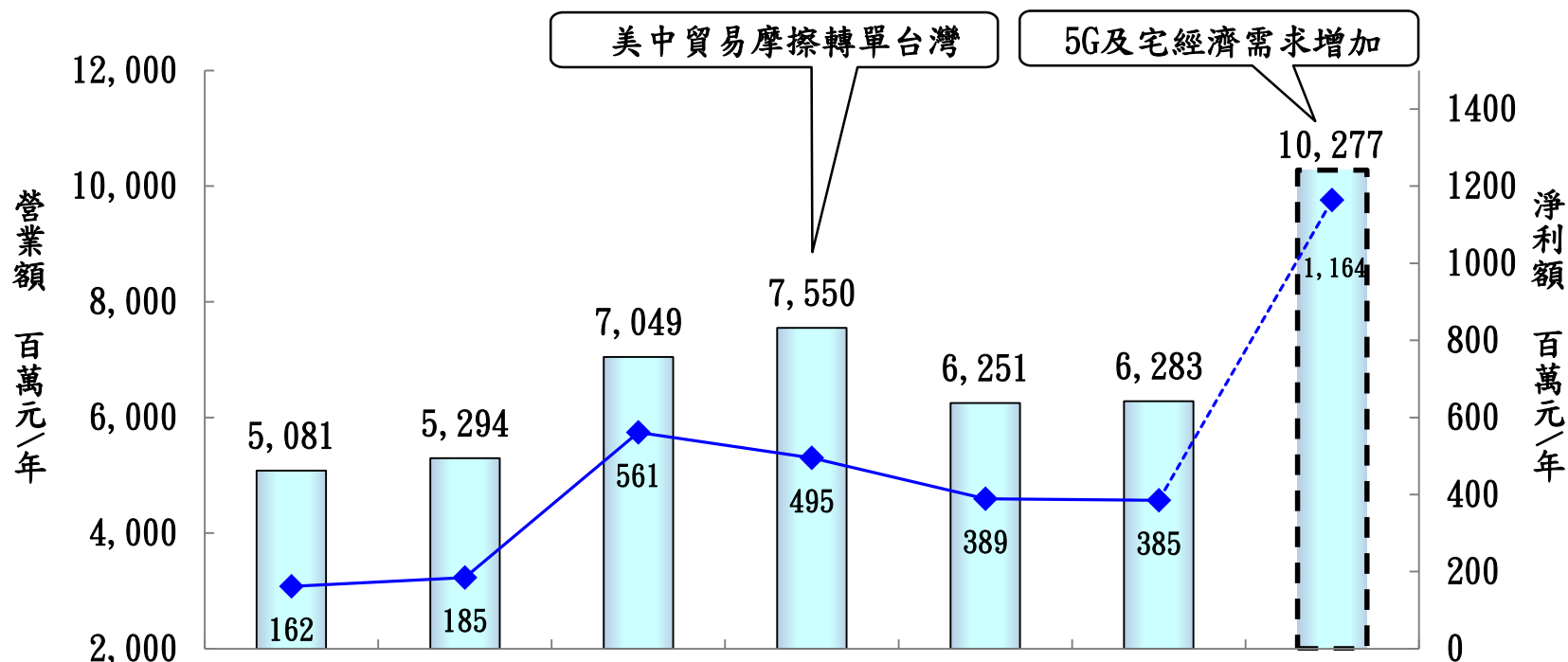
(二)改善計畫

(三)改善案例

叁、銅箔基板三廠生產績效

一、歷年經營狀況

營業額 ◆ 淨利額

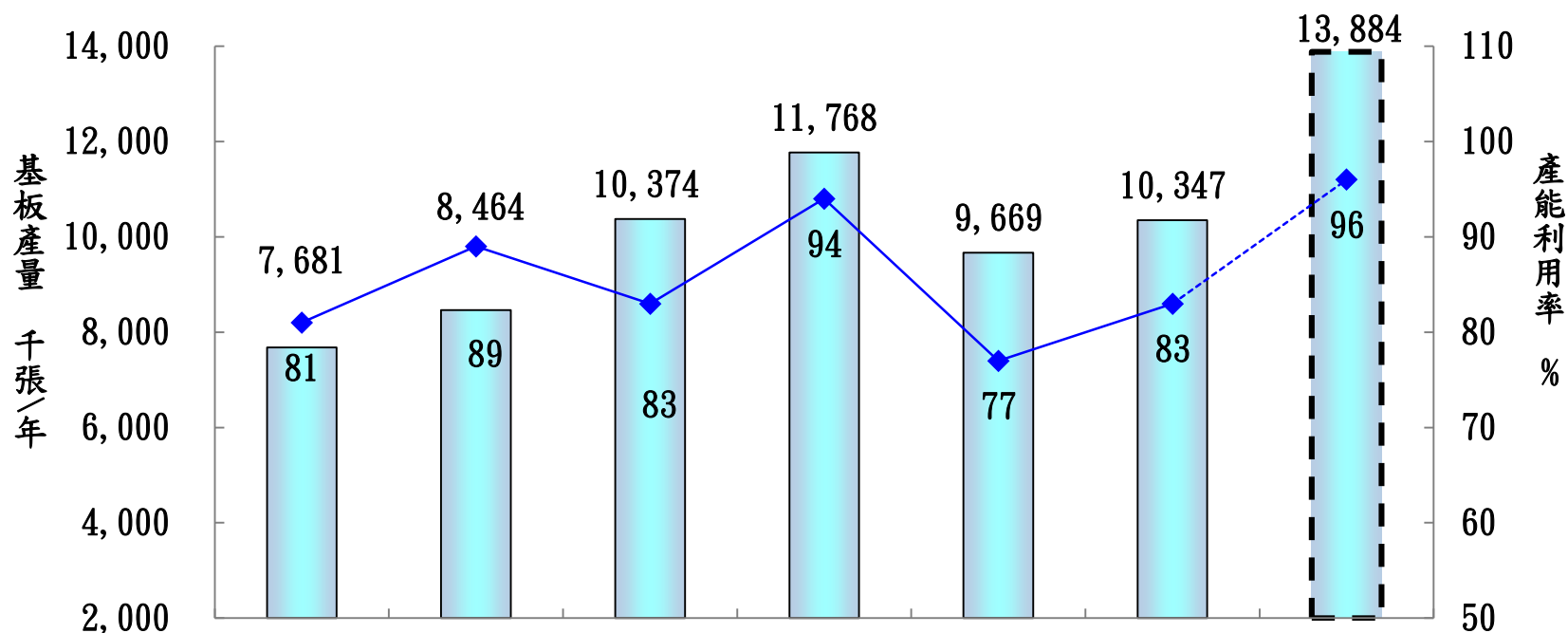


年 度	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年 預估
營業額 (百萬元/年)	5,081	5,294	7,049	7,550	6,251	6,283	10,277
淨利額 (百萬元/年)	162	185	561	495	389	385	1,164
淨利率 (%)	3.2	3.5	8.0	6.6	6.2	6.1	11.3

叁、銅箔基板三廠生產績效

二、基板產量趨勢

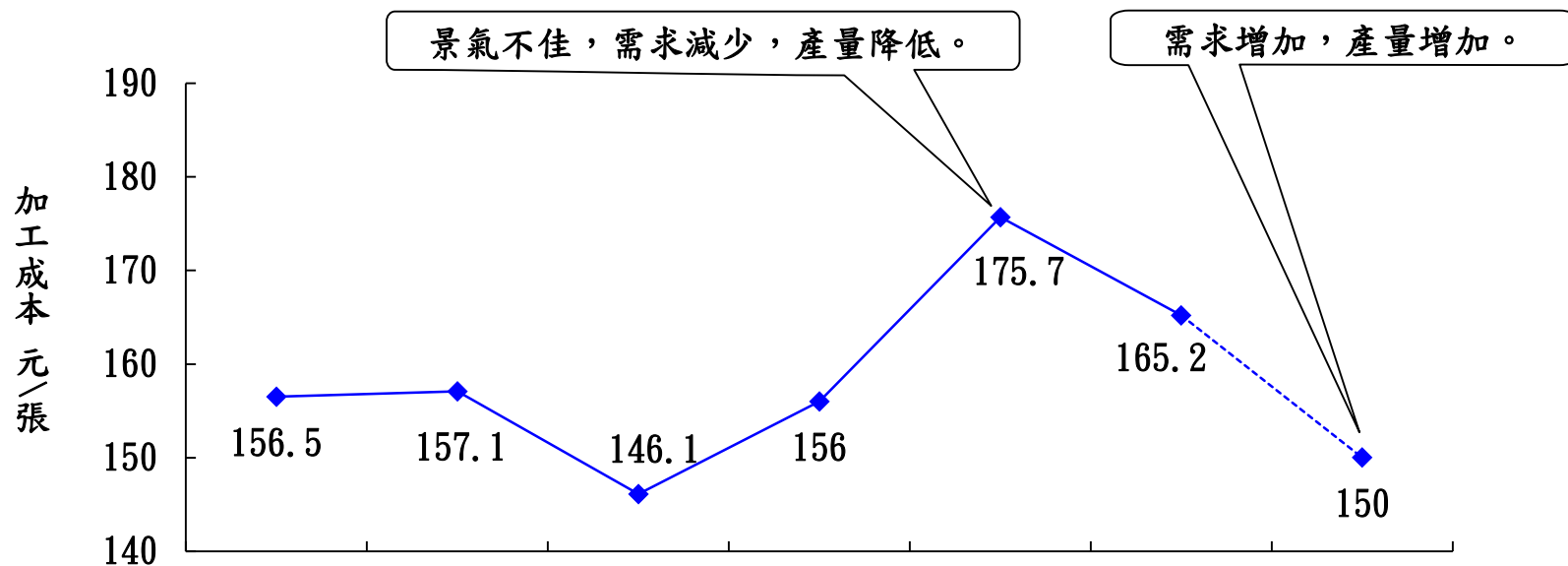
■ 基板產量 ◆ 產能利用率



年 度	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年 預估
基板產量 (千張/年)	7,681	8,464	10,374	11,768	9,669	10,347	13,884
基板產能 (千張/年)	9,480	9,480	12,480	12,480	12,480	12,480	14,480
產能利用率 (%)	81	89	83	94	77	83	96

叁、銅箔基板三廠生產績效

三、加工成本趨勢



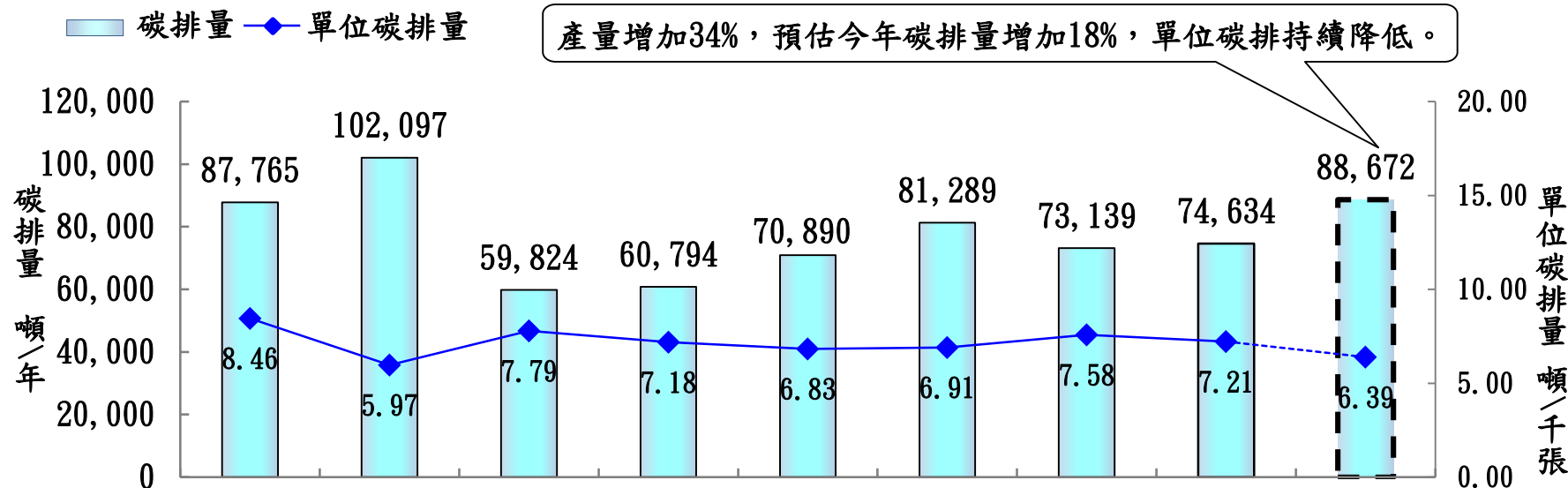
年 度	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年 目標	2021年 (1-10月)
基板產量 (千張/月)	640	705	864	981	806	862	1,157	1,131
加工成本 (元/張)	156.5	157.1	146.1	156.0	175.7	165.2	150.0	150.5

- 說明: 1. 含浸機導入AI，減少換製程的次數與時間，動用率由2020年82.7%提升至2021年87.9%。
2. 優化組合排程，減少換製程的次數與時間，動用率由2020年81.7%提升至2021年84.2%。
3. CCL瑕疵檢查優化及自動化改善2020年共精簡人數34人。

叁、銅箔基板三廠生產績效

四、碳排減量推動

(一)趨勢及目標



年 度	2005年	2007年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年 預估	2025年 目標
碳排放量 (噸/年)	87,765	102,097	59,824	60,794	70,890	81,289	73,139	74,634	88,672	81,677
產量 (千張/年)	10,374	17,090	7,683	8,464	10,373	11,768	9,649	10,347	13,884	15,480
單位碳排量 (噸/千張)	8.46	5.97	7.79	7.18	6.83	6.91	7.58	7.21	6.39	5.27

- 說明: 1. 以2025年、2030年較2007年(基準年)減碳20%、35%，2050年碳中和為短、中、長期目標。
 2. 碳排放量由2007年最高峰102,097噸，預估2021年降至88,672噸，降幅13.14%。
 3. 預計至2025年再減量12,227噸，年碳排放量降至76,445噸，降幅25.1%，明細如下頁說明。

叁、銅箔基板三廠生產績效

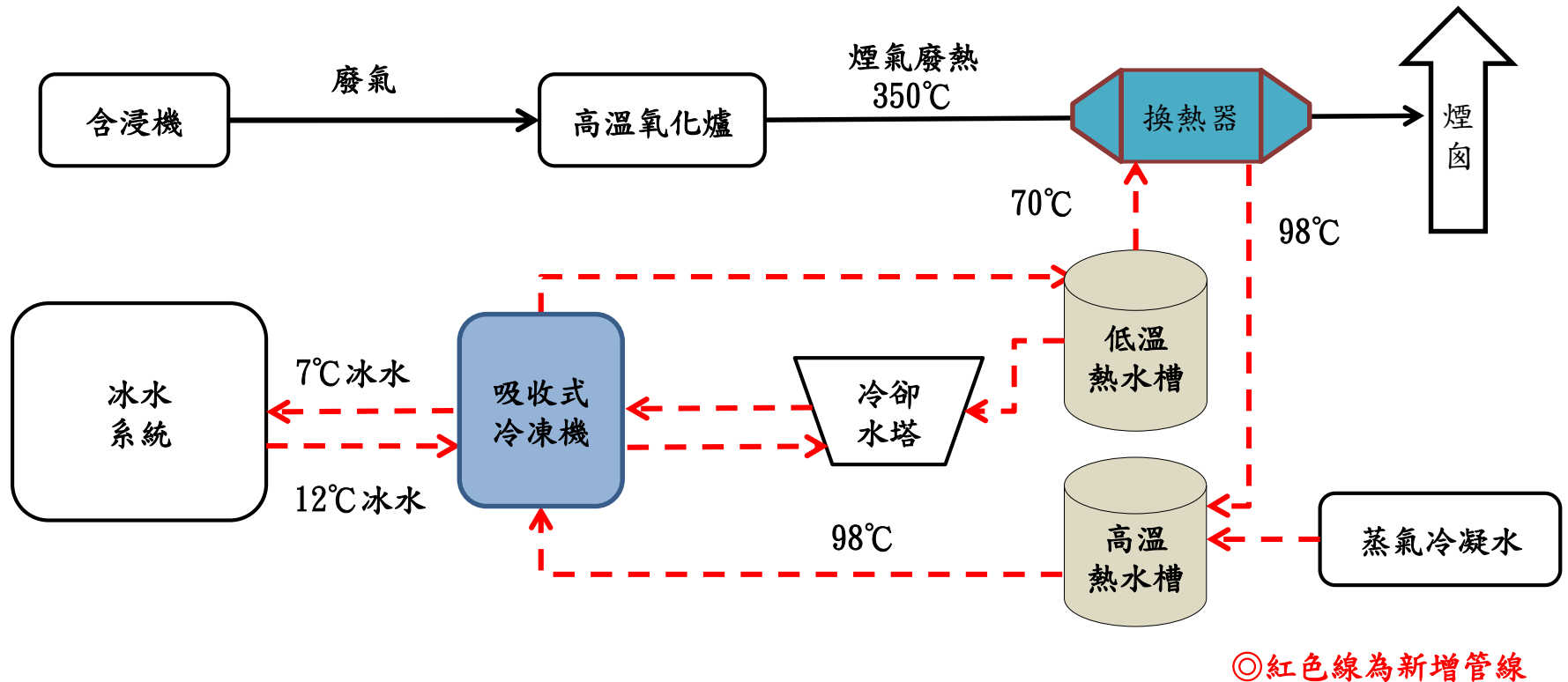
(二)改善計畫

項次	溫室氣體 排放源類別	改善計畫	投資費用 (千元)	預估減排量 (噸CO ₂ -e/年)	實完日 (預完日)
1	電力	高溫氧化爐煙氣廢熱及蒸氣冷凝水熱能回收再利用	35,000	3,471	(2022/12/31)
2	電力	C632冷凍機更改為雙壓縮機，冬季50%運轉節省能耗	14,155	1,468	(2022/05/31)
3	電力	C631冷凍機更改為雙壓縮機，冬季50%運轉節省能耗	14,155	1,468	(2021/12/31)
4	電力	空壓機降壓	9,961	1,355	(2021/12/31)
5	電力	馬達及泵浦(22台)更換高效率馬達及Coating 複合陶瓷塗料	3,000	822	(2023/12/31)
6	電力	冷凍、空調系統導入AI智慧化控制	2,000	862	(2022/06/30)
7	蒸氣	溶劑回收DMK揮發氣體入碳槽管路增設冷凝器	12,700	1,320	2021/07/31
8	其他	冷卻水塔風扇葉片更換共七案	23,540	1,461	(2024/12/31)
合計			114,511	12,227	-

說明:1. 碳排減量計畫共14件，重點案件7件，預計投資費用114,511千元，年減碳排量12,227噸。
2. 因應高質化產品製程溶劑無法回收，增設高溫氧化爐及吸收式冷凍機，回收其煙氣廢熱，如項次1，詳細請看下一頁案例。

叁、銅箔基板三廠生產績效

(三)改善案例:高溫氧化爐煙氣廢熱及蒸氣冷凝水熱能回收再利用



說明:1. 增設熱交換器及熱水槽，回收高溫氧化爐廢熱及低階蒸氣冷凝水，
作為吸收式冷凍機的熱源，製造冰水減開冷凍機節電減排。

2. 年效益:8,855千元、減碳量3,471噸、回收年限3.95年、預完日:2022.12月。

肆、管理活動改善執行報告

一、AI專案改善

(一)銅箔基板製程應用AI優化改善

(二)AI優化改善彙總

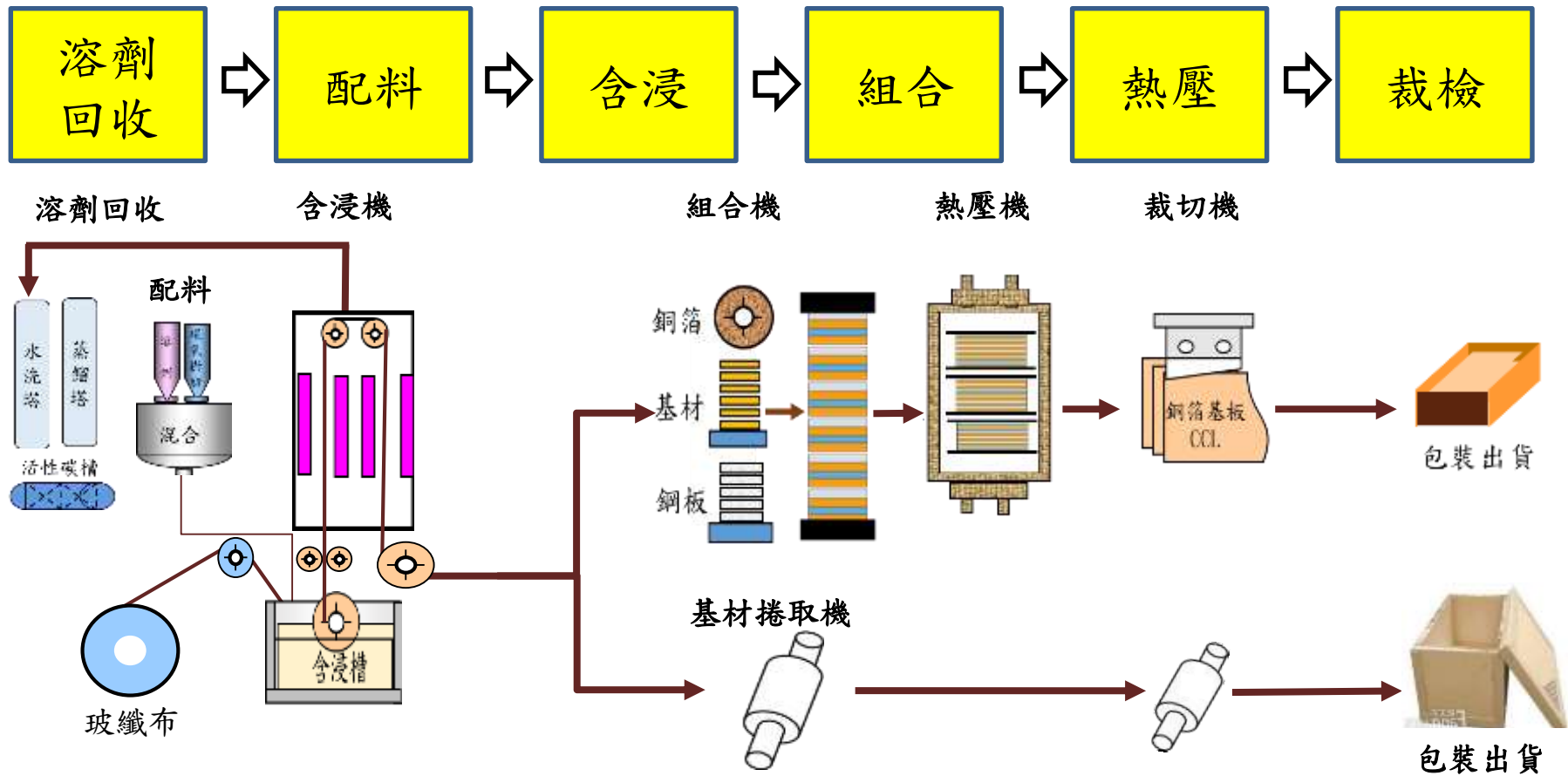
(三)改善案例

二、異常即時管理平台

肆、管理活動改善執行報告

一、AI專案改善

(一)銅箔基板製程應用AI優化改善



銅箔基板製程主要分為六段，AI案件共有8案，**已完成4案，效益64,657千元/年。**

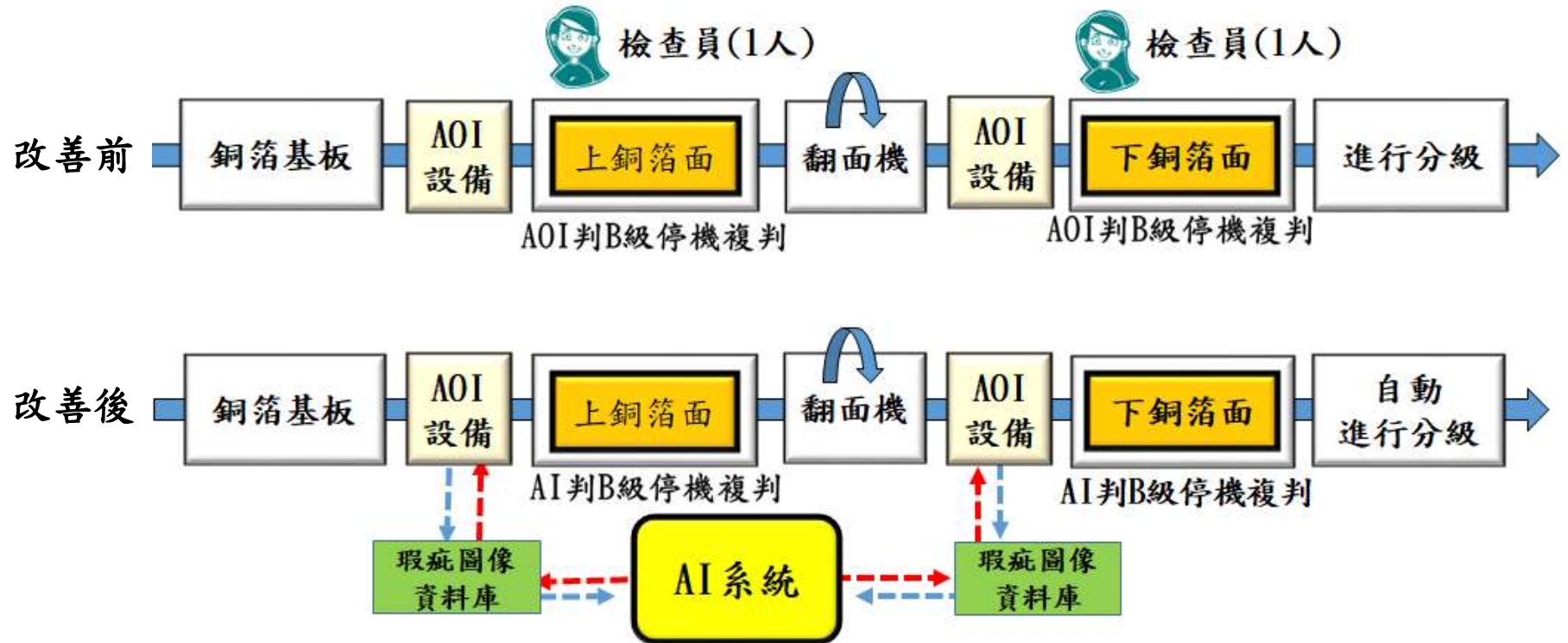
肆、管理活動改善執行報告

(二)AI優化改善彙總

項次	AI模組	目標	投資費用 (千元)	年效益 (千元)	實完日 (預完日)
1	CCL外觀瑕疵檢查	利用AI建模對基板外觀瑕疵分類 取代複判人員	9,000	52,931	2020.07.20
2	客戶基材外觀瑕疵檢查	用AI建模對基材外觀瑕疵分類 取代複判人員	5,000	7,892	2019.11.30
3	熱媒油系統能耗降低	利用AI建模分析降低鍋爐天然氣用量	1,200	3,484	2021.06.30
4	冷凍機健康曲線追蹤	運用AI模型監控冷凍機功能， 達到節能的效果	500	350	2021.09.30
5	自用基材外觀瑕疵檢查	減少過檢率，剔除不複判， 提升品質和收率	4,700	5,004	(2021.12.30)
6	規格切換含浸條件預測	利用AI建模分析預測含浸機換製程的 最佳生產條件	5,000	13,000	(2022.06.30)
7	樹脂含量改善	利用AI改善含浸樹脂含量	19,800	2,292	(2022.06.30)
8	預測含浸基材膠化時間	利用AI讓含浸後的膠化時間更穩定	2,000	750	(2022.06.30)
合計共8案，已完成4案，效益64,657千元/年。			47,200	85,703	-

肆、管理活動改善執行報告

(三)改善案例一:CCL外觀瑕疵檢查作業優化



說明:對瑕疵圖像正確分類，過檢率由8%降到0.23%，複判頻率由90張/小時降為3張/小時，

裁剪頭手兼任，檢查員全部精簡。

肆、管理活動改善執行報告

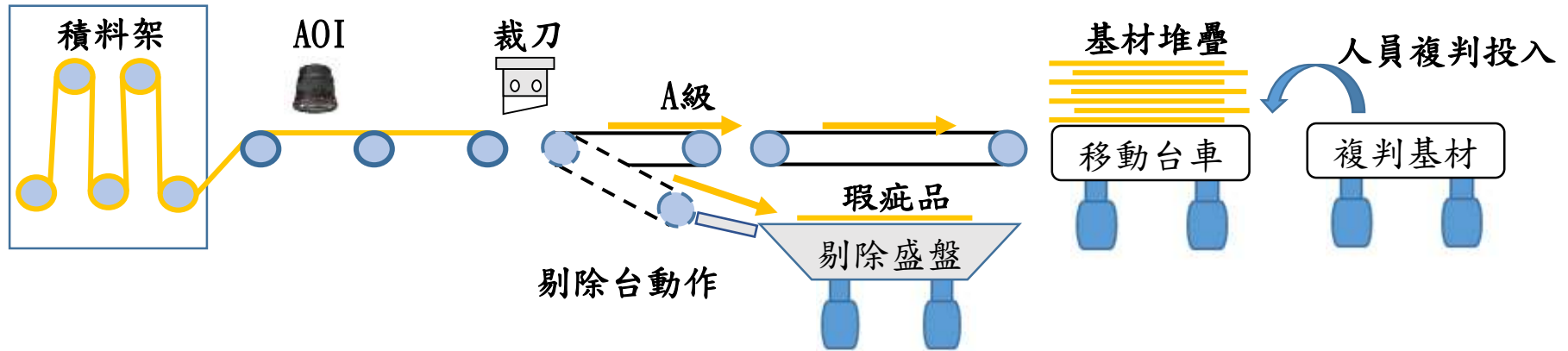
(三)改善案例一:CCL外觀瑕疵檢查作業優化

1. CCL三廠2018年8月導入AI圖像辨識技術，2020年7月全數完成。
精簡28人，年效益31,016千元，收率由98.70%提升至98.99%，
年效益21,915千元，合計52,931千元。

2. 兩岸各廠橫向展開於2020年10月完成。
精簡202人，年效益132,576千元，收率由98.49%提升至99.01%，
年效益208,619千元，合計341,195千元。

肆、管理活動改善執行報告

(三)改善案例二:自用基材外觀瑕疵檢查作業優化



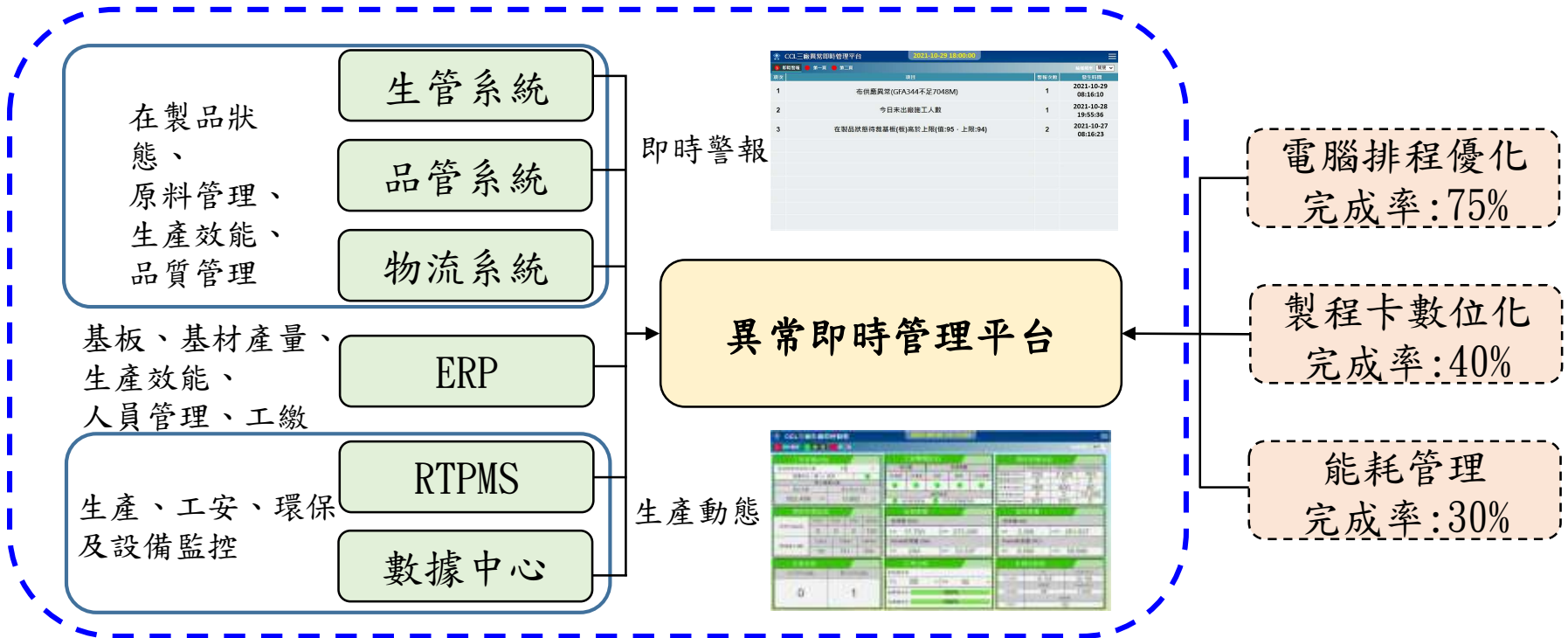
改善項目	改善前	改善後	效益
AI導入	基材由AOI檢查， 過檢率3.8%， 複判量324,000米/月。	機台全部導入AI後， 過檢率降至0.12%， 複判量降為137,700米/月。	每月複判量由324,000米， 降為56,700米， 減少複判267,300米， 降低基材折傷效益
設備改善	換棧板基材剔除， 複判量137,700米/月。 註:含換棧基材剔除量81,000米。	修改PLC程式增加第二積料架 儲料功能，換棧板基材不剔除， 複判量降為56,700米/月。	267,300米/月×2%×78元/米×12月 =5,004千元/年。 註:基材平均折傷率2%，每米單價78元。

肆、管理活動改善執行報告

二、異常即時管理平台

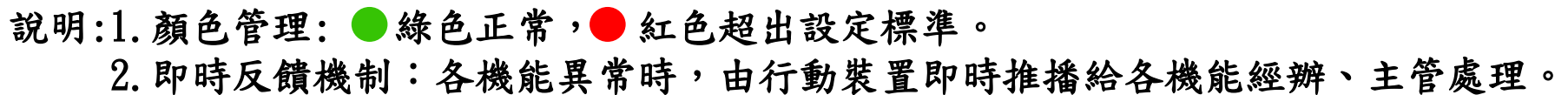
建置完成

建置中項目



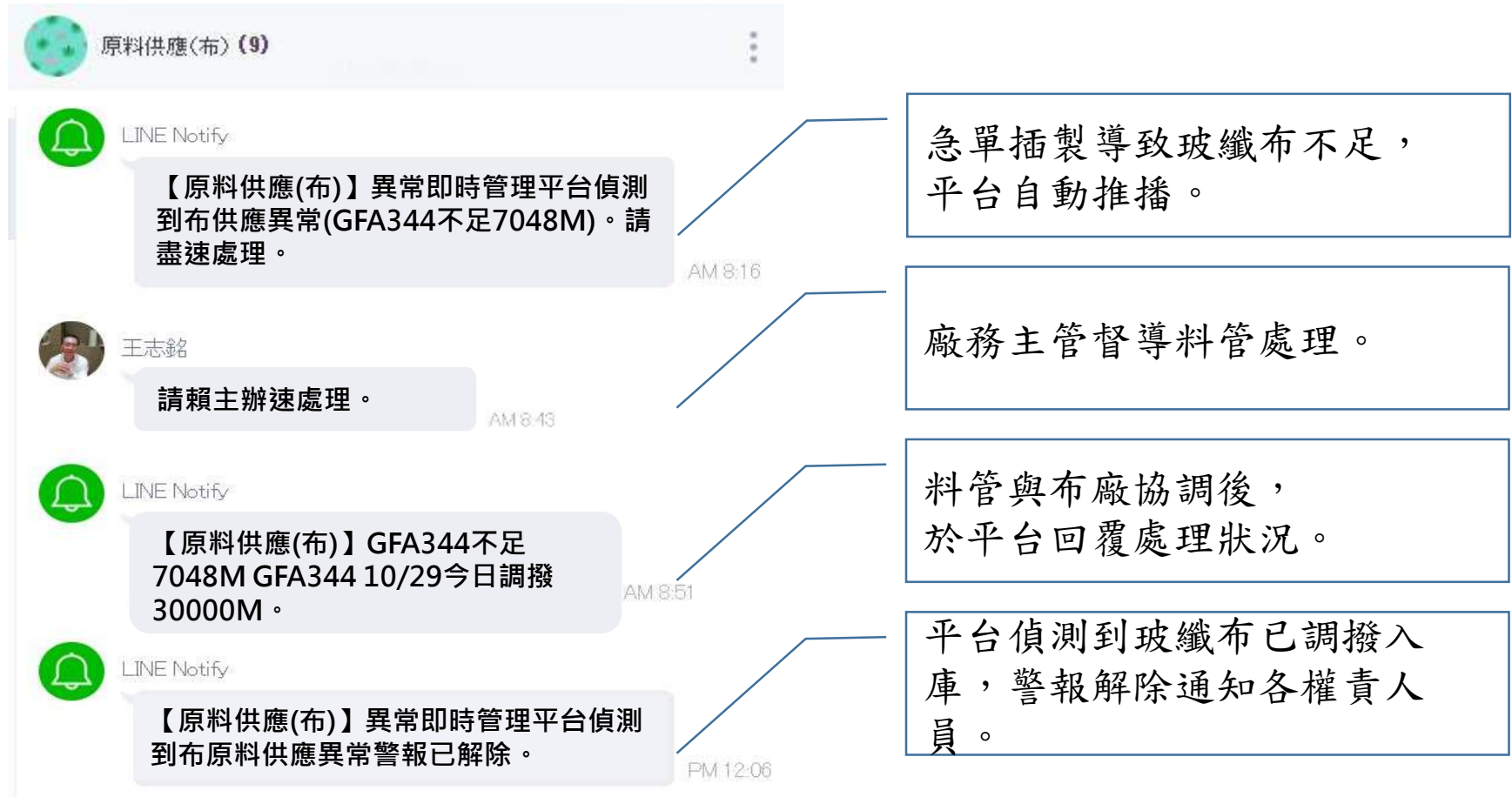
- 說明: 1. 現狀廠內動態及警報異常，須由各系統查詢，耗費人力及時間，主管無法即時督導。
2. 建立異常即時管理平台，整合RTPMS、ERP及各管理系統，建置可視化管理頁面，達成異常即時警示、通知、排除的目標，並針對異常檢討改善，降低異常件數。

二、異常即時管理平台



肆、管理活動改善執行報告

二、異常即時管理平台 通知案例



說明:急單插製原料庫存不足，平台即時推播訊息給料管、原料廠及相關主管，立即處理，提升作業效率。

伍、未來努力方向

一、碳排減量持續推動：

針對能源績效指標項目，持續改善與節能減碳，
努力達成2030年減碳35%目標。

二、持續推動AI改善：

(一)進行中案件有含浸機換製程的最佳生產條件，
年效益:13,000千元，預完日:2022.06月。

(二)續針對含浸機生產線膠化、含量、溫度等進行數據收集及建模，
減少人為誤差，提升基材品質。

三、CCL外觀瑕疵檢查作業優化已完成，進一步檢討裁剪機產速提升，
機台由4台縮減為3台，進而精簡4人。

四、落實工安管理，應用攝像頭回放查核，並導入工安AI影像技術，
補足中夜班主管督導力度，藉以發掘不安全動作或SOP制訂不完整，
提高安全意識，達到零災害、零公傷。

報告完畢
恭請指導



附 件

項 次	內 容	頁 次
壹	單位成本比較表	28
貳	碳排減量案件	29
叁	高溫氧化爐煙氣廢熱及蒸氣冷凝水熱能回收再利用	30
肆	CCL外觀瑕疵檢查作業優化執行效益	31~32
伍	5G開發及發展	33~36

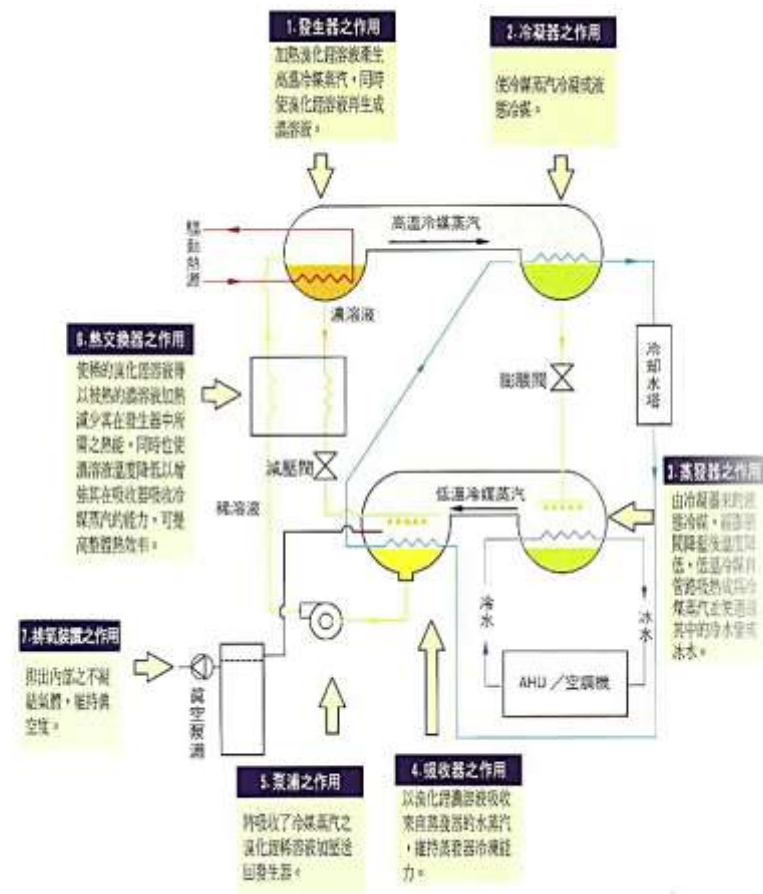
壹、單位成本比較表

廠別 項目				單位	新港二、三廠				台灣廠合計				昆山廠				惠州廠			
產能				千張/月	1,290				2,580				3,000				1,100			
生產量				千張/月	1,131				2,340				2,570				896			
銷售量				千張/月	1,060				2,270				2,745				1,318			
售價				元/張	708.9				675.7				590.3				796.3			
收率				%	99.0				99.0				99.1				99.1			
項		目		單位	單位 用量	單價	單位成 本 (元/張)	佔比 (%)	單位 用量	單價	單位成 本 (元/張)	佔比 (%)	單位 用量	單價	單位成 本 (元/張)	佔比 (%)	單位 用量	單價	單位成 本 (元/張)	佔比 (%)
直接原料	玻纖布	銅箔	織箔	Kg	4.862	23.8	115.8	17.6	4.065	24.0	97.5	14.9	3.222	21.3	68.6	12.9	4.664	22.3	104.0	15.4
			樹脂	Kg	0.781	390.8	305.4	46.5	0.794	392.7	311.8	47.7	0.823	379.1	312.0	58.7	0.931	383.5	357.1	52.9
			合計	Kg	0.913	93.0	84.9	12.9	0.801	97.9	78.5	12.0	0.505	103.3	52.2	9.8	0.768	101.9	78.3	11.6
							506.1	77.1			487.8	74.6			432.8	81.4			539.5	79.9
變動成本			主要副料				0.7	0.1			0.9	0.1			3.1	0.6			2.7	0.4
			燃料費	元	0.699	8.0	5.6	0.8	0.485	8.1	3.9	0.6	0.637	12.0	7.6	1.4	0.716	15.2	10.9	1.6
			蒸汽費	MT	0.007	660.4	4.8	0.7	0.010	654.6	6.6	1.0	0.004	814.3	3.2	0.6	0.003	1,057	3.7	0.5
			包裝費	元			9.5	1.4			9.3	1.4			6.4	1.2			9.6	1.4
			電力費	KWH	4.487	2.0	9.2	1.4	4.630	2.0	9.5	1.4	3.328	2.1	7.1	1.3	3.730	2.3	8.5	1.3
			水費	M³			0.3	0.0			0.3	0.0			1.7	0.3			0.3	0.0
			壓縮空氣	元	0.000	0.4	0.0	0.0	1.253		0.4	0.1			0.9	0.2			1.0	0.2
			小計	元			30.0	4.6			30.9	4.7			30.1	5.7			36.7	5.4
加工成本	固定成本	項	目	單位	千元/月		單位成 本	佔比	千元/月		單位成 本	佔比	千元/月		單位成 本	佔比	千元/月		單位成 本	佔比
		人工費用	元	50,232		46.1	7.0	131,810		57.1	8.7	53,285		20.7	3.9	19,314		21.6	3.2	
		折舊費用	元	7,134		6.6	1.0	25,082		11.8	1.8	32,190		12.5	2.4	20,363		22.7	3.4	
		修護費用	元	13,858		14.8	2.2	20,569		11.4	1.7	10,247		4.0	0.7	3,831		4.3	0.6	
		消耗品	元	7,073		7.9	1.2	17,811		7.8	1.2	16,119		6.3	1.2	3,056		3.4	0.5	
		事務費用	元	1,816		1.2	0.2	3,227		1.1	0.2	2,063		0.8	0.2	1,367		1.5	0.2	
		其他	元	12,558		11.4	1.7	27,574		11.1	1.7	10,521		4.1	0.8	4,849		5.4	0.8	
		他部攤入	元	3,947		3.6	0.6	9,743		4.1	0.6	6,290		2.4	0.5	540		0.6	0.1	
		小計	元	96,618		91.5	13.9	235,816		104.4	16.0	130,716		50.9	9.6	53,320		59.5	8.8	
		工繳成本	元	128,298		121.6	18.5	305,017		135.4	20.7	208,021		80.9	15.2	86,207		96.2	14.3	
銷管財	元	30,531		28.9	4.4	69,100		31.0	4.7	46,812		18.2	3.4	35,329		39.4	5.8			
合計				元	158,829		150.5	22.9	374,117		166.4	25.4	254,833		99.2	18.6	121,536		135.6	20.1
製造成本				元			627.7	95.6			623.2	95.3			513.8	96.6			635.7	94.2
總成本				元			656.6	100			654.1	100			532.0	100			675.1	100

貳、碳排減量案件

項次	類別	改善計劃	預估投資 費用(千元)	減排量					
				2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	合計
1	製程改善	溶劑回收DMK 揮發氣體入碳槽管路增設冷凝器	12,700	1,320					1,320
2	製程改善	二/三廠馬達及PUMP更換高效率馬達及coating複合陶瓷塗料，以達到節能效益	3,000		822				822
3	製程改善	熱壓機主供給泵加裝變頻器	650		44				44
4	製程改善	熱壓機自身循環泵加裝變頻器	2,000		364				364
5	製程改善	導入冰水節能分析控制系統(iAUTO)降低冰水及空調箱耗電量	2,000		862				862
6	設備汰換	空壓機降壓	9,961	1,355					1,355
7	設備汰換	三廠C631冷凍機更改為雙壓縮機，冬季 50% 運轉節省能耗	14,155	1,468					1,468
8	設備汰換	二廠C632冷凍機更改為雙壓縮機，冬季 50% 運轉節省能耗	14,155		1,468				1,468
9	設備汰換	冷卻水塔風扇葉片更換，更換新型高效率的 Encon FRP 葉片	2,420		207				207
10	能源回收	鍋爐熱回收，降低煙囪排放量，熱能回收再利用	3,000		176				176
11	製程改善	冷卻水塔風車馬達電壓AC380並加裝變頻器	4,500			190			190
12	能源整合	高溫氧化爐煙氣廢熱及蒸氣冷凝水熱能回收再利用	35,000			3,471			3,471
13	綠能政策	廠房屋頂太陽能增設	9,520				195		195
14	智能管理	導入能耗管理系統	1,950		285				285
合計			115,011	4,143	4,387	3,661	195	0	12,227

叁、高溫氧化爐煙氣廢熱及蒸氣冷凝水熱能回收再利用



			改善方案	現有運轉模式
			吸收式冰水機	離心式冰水機
初設費用	總設置費用	千元	35,000	8,300
主機消耗	容量	RT	830	830
	功率	KW	11.2	478
	效率(COP)	KW/KW	—	6.1
	年運轉時間	小時	8,760	8,760
	年耗電量	KWH	98,112	4,190,841
水塔消耗	冷卻水流量	CMH	969	647
	風扇功率	KW	44.76	29.84
	泵功率	KW	46.17	30.82
	年耗電量	KWH	796,585	531,349
冰水泵消耗	冰水流量	CHM	517	517
	功率	KW	24.7	24.65
	年耗電量	KWH	215,961	215,961
熱水泵消耗	熱水流量	CHM	330	—
	功率	KW	15.7	—
	年耗電量	KWH	137,751	—
總年耗電量		KWH	1,248,408	4,938,152
減碳效益	電力排放係數	KGC02e/KWH	0.9408	—
	年減碳量	噸CO2	3,471	—
總運轉費用	總電費	千元/年	2,771	10,962
回收年限		年	3.95	

肆、CCL外觀瑕疵檢查作業優化執行效益

一、收率提升效益計算

兩岸收率平均提升0.52%，年效益新台幣208,619千元。

廠別	2018年度			2021/1-10			效益(千元)	
	投入量 (千片)	產出量 (千片)	收率 (%)	投入量 (千片)	產出量 (千片)	收率 (%)	收率提升 (%)	年效益 (千元)
樹二	6,188	6,114	98.80	5,063	5,011	98.96	0.16	
新一	7,542	7,421	98.40	7,183	7,102	98.87	0.47	
新三	11,923	11,768	98.70	11,421	11,306	98.99	0.29	
台灣	25,653	25,303	98.64	23,667	23,419	98.95	0.31	48,525
昆一	12,223	12,025	98.38	9,174	9,084	99.01	0.63	
昆二	9,369	9,181	98.00	9,477	9,392	99.11	1.11	
昆三	9,116	8,980	98.50	9,251	9,163	99.05	0.55	
惠州	11,374	11,222	98.67	10,471	10,370	99.04	0.37	
大陸	42,082	41,408	98.40	38,373	38,009	99.05	0.65	160,094
總計	67,735	66,711	98.49	62,040	61,428	99.01	0.52	208,619

台灣廠： $23,419 \text{ 千張} \times (98.95\% - 98.64\%) \times 557 \text{ 元/張} \times (12 \text{ 月} / 10 \text{ 月}) = 48,525 \text{ 千元/年}$

大陸廠： $38,009 \text{ 千張} \times (99.05\% - 98.40\%) \times 540 \text{ 元/張} \times (12 \text{ 月} / 10 \text{ 月}) = 160,094 \text{ 千元/年}$

肆、CCL外觀瑕疵檢查作業優化執行效益

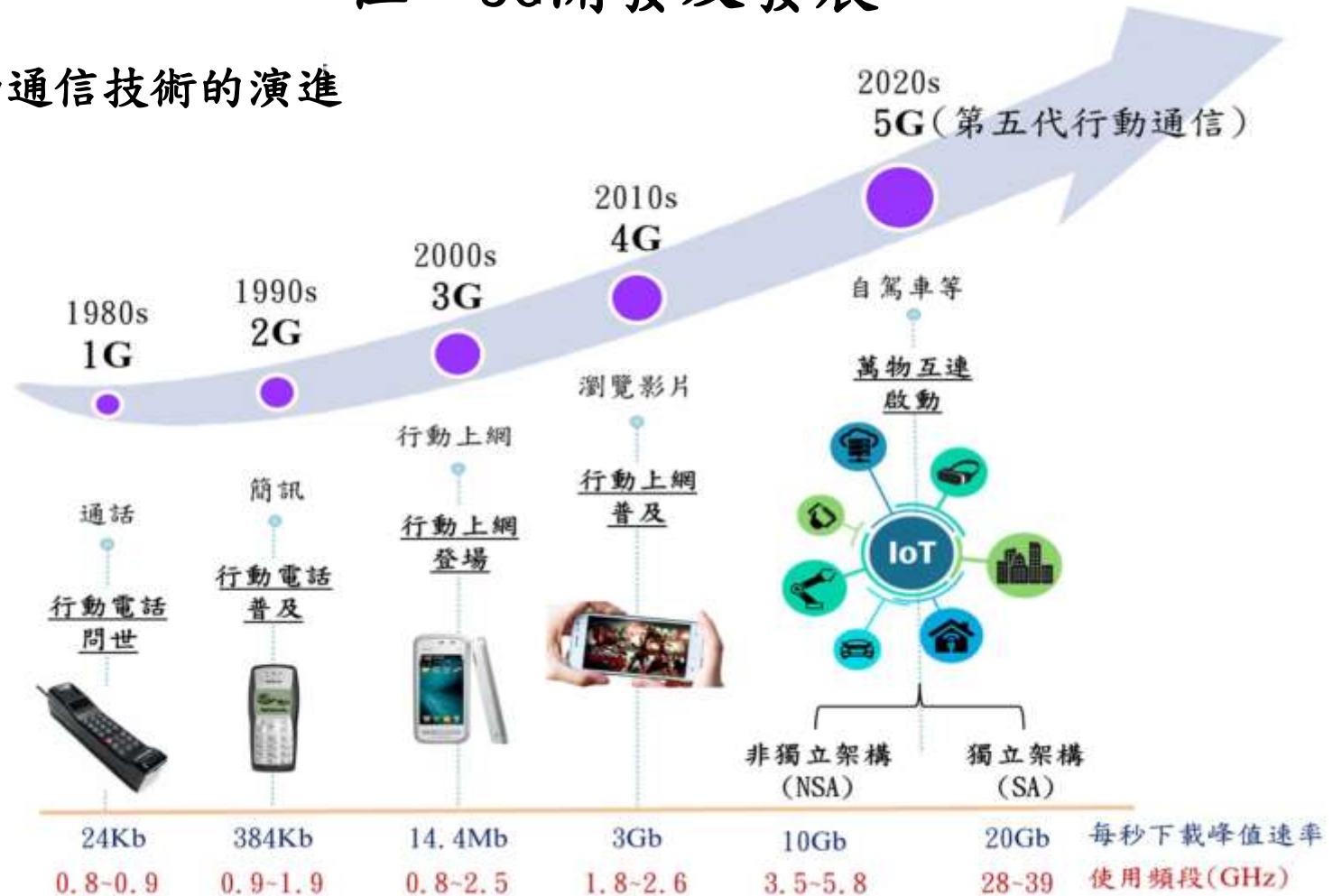
二、目標人員精簡明細表

兩岸合計共精簡202人，年效益新台幣132,576千元。

廠區	全廠人數	精簡人數 (人)		比例 (%)	用人成本(元/月)	月效益(千元/月)	年效益(千元/年)
樹林二廠	310	20	6	6.5	105,788	635	7,620
			14		82,206	1,151	13,812
新港一廠	355	28	10	7.9	105,788	1,058	12,696
			18		82,206	1,480	17,760
新港三廠	342	28	12	8.2	105,788	1,269	15,228
			16		82,206	1,315	15,780
昆山一廠	262	31		11.8	33,199	1,029	12,348
昆山二廠	263	31		11.8	33,199	1,029	12,348
昆山三廠	266	31		11.7	33,199	1,029	12,348
惠州廠	308	33		10.7	31,895	1,053	12,636
合計	2,106	202		9.6		11,048	132,576

伍、5G開發及發展

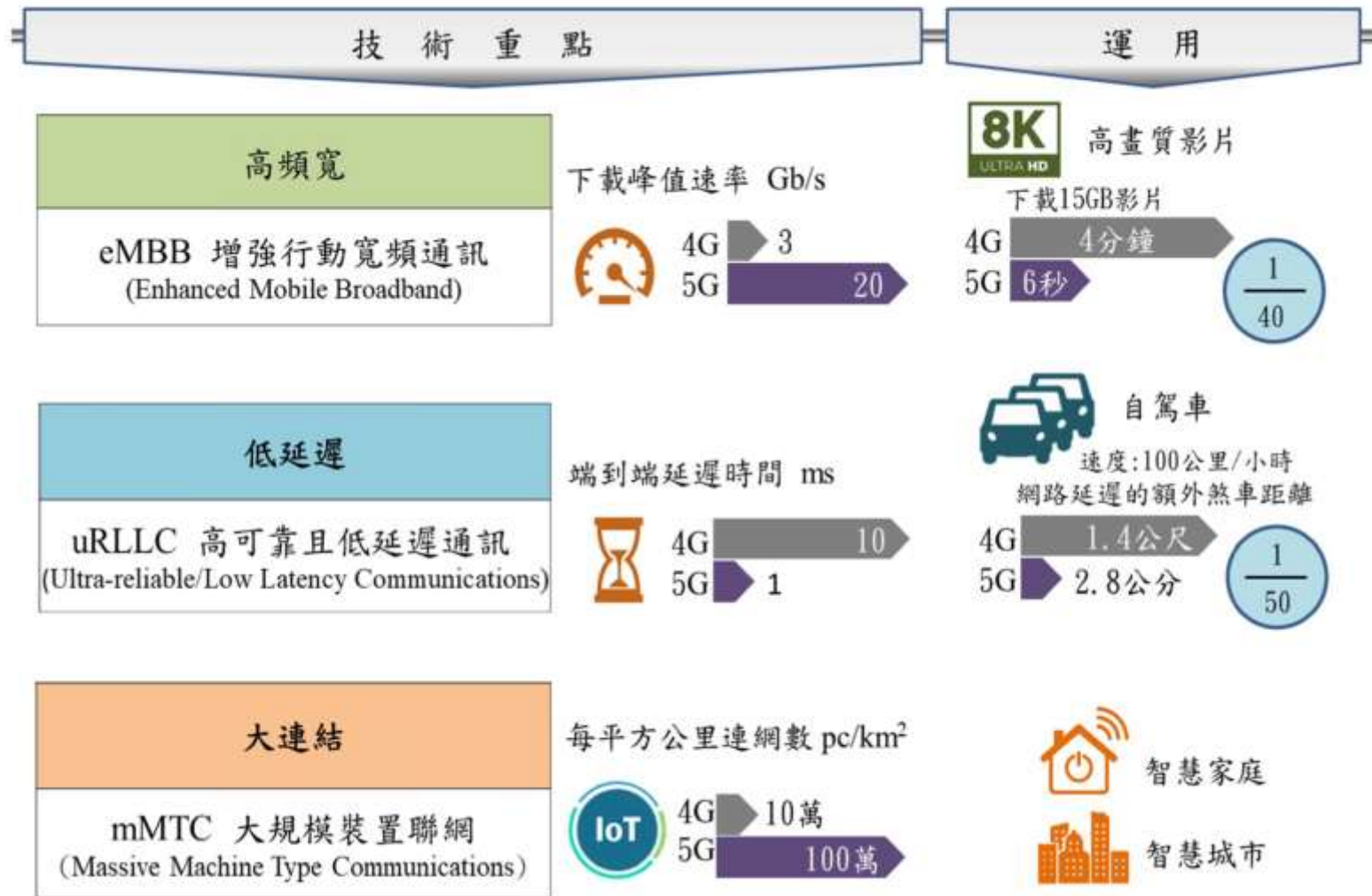
一、行動通信技術的演進



- 說明: 1. 因廣域網路、多功能通訊、高效連結、巨量資料的資料存取等需求，使得更高速更穩定的5G架構產生。因為5G的導入，使用頻率提高，大規模且多樣化設備連結，行動資料量倍增。
2. 5G開展初期，各國為降低投資費用，採非獨立架構(NSA 4G現有核心網路+新建5G基站)。將來仍會走向獨立構架(SA 5G核心網路+5G基站)，後續報告以非獨立架構相關產品為主。

伍、5G開發及發展

二、5G三大應用特性



5G高頻寬、低延遲、大連結等，結合人工智慧，拓展智慧物聯網、車聯網、智慧製造等智能應用。

伍、5G開發及發展

三、資通訊硬體基礎設施

硬體架構		PCB 材 料 需 求						
後端 資料中心 中央機房 (伺服器 交換器 路由器) 網路架構 大型基地台 小型基地台	通訊世代 材料特性		4G		5G			
	印刷電路板	電性等級	Standard Loss	Middle Loss	Low Loss	Ultra Low Loss	Super Ultra Low Loss	
		使用頻率 GHz	低 1.8	←-----→ 100 高				
		訊號傳輸損失 dB/in	高 0.75	←-----→ 0.3 低				
	銅箔基板	介電常數 Dk	高 4.5	←-----→ 3.0 低				
		消耗因素 Df	高 0.02	←-----→ 0.001 低				

- 說明: 1. 隨著5G行動通新的商轉、後端資料中心的伺服器等，高頻高速的資訊處理，重點要求降低訊號傳輸損失。
2. PCB材料需求：在4G、5G世代PCB電性分5個等級，使用頻率提高，要求訊號傳輸損失降低。
3. 銅箔基板：隨著使用頻率提高，需配合降低介電常數(Dk)及消耗因素(Df)。
4. Dk：介電常數(數值愈低，訊號傳輸速度愈快)，Df：消耗因素(數值愈低，訊號傳輸損失愈少)。
- dB/in每英吋線路傳輸功率衰減值(數值愈低，訊號傳輸損失愈少)。

伍、5G開發及發展

四、銅箔基板4G、5G材料技術開發關聯

行動通信世代		4G		5G		
PCB 電性等級		Standard Loss	Middle Loss	Low Loss	Ultra Low Loss	Super Ultra Low Loss
伺服器應用	Intel 處理器平台 (商轉時間)	Grantley (2015)	Purley (2017)	Whitley (2019)	Eagle Stream(I) (2021)	Eagle Stream(II) (2023)
	傳輸速度 (Gb/sec)	5	8	16	32	64
	訊號損失規格 (dB/in @4GHz)	0.75 ↓	0.65 ↓	0.48 ↓	0.35 ↓	0.30 ↓
銅箔基板	電性需求 Dk/Df (@3GHz)	NPG-170N 4.5/0.012	NPG-171 4.0/0.008	NPG-170D 3.8/0.006	NPG-186 3.7/0.004	NPG-198K 3.3/0.002
銅箔基板 三大原料	樹脂 電性需求 Dk/Df (@1GHz)	環氧樹脂 3.5/0.022	環氧樹脂 3.5/0.022	改質環氧樹脂 3.3/0.018	烯化聚苯醚 PPE 2.6/0.008	烯化聚苯醚 PPE 2.6/0.008
	玻纖布 Dk/Df (@1GHz)	6.9/0.004	6.9/0.004	6.9/0.004	壓克力 Silane 6.9/0.004	低介電 Glass 4.8/0.001
	銅箔 表面粗度 (μm)	3.0 ↓	2.5 ↓	2.0 ↓	1.5 ↓	1.0 ↓

- 說明:1. 伺服器應用：Intel主導制定規格工業界開發配合，在4G、5G共發展5個中央處理平台，傳輸速度由5Gb/s提升到64Gb/s倍數成長，訊號損失規格要求，由0.75dB/in降到0.30dB/in。
2. 銅箔基板：開發NPG-170N等5種相對應產品，Dk由4.5降到3.3，Df由0.012降到0.002。
3. 三大原料：樹脂開發改質型環氧樹脂、烯化聚苯醚(PPE)樹脂與使用低介電玻纖布來降低Dk/Df及降低銅箔表面粗度由3.0 μm降到1.0 μm等配合。