

貨櫃碼頭港埠物流

楊鈺池 副教授

高雄海洋科技大學 航運管理系暨研究所

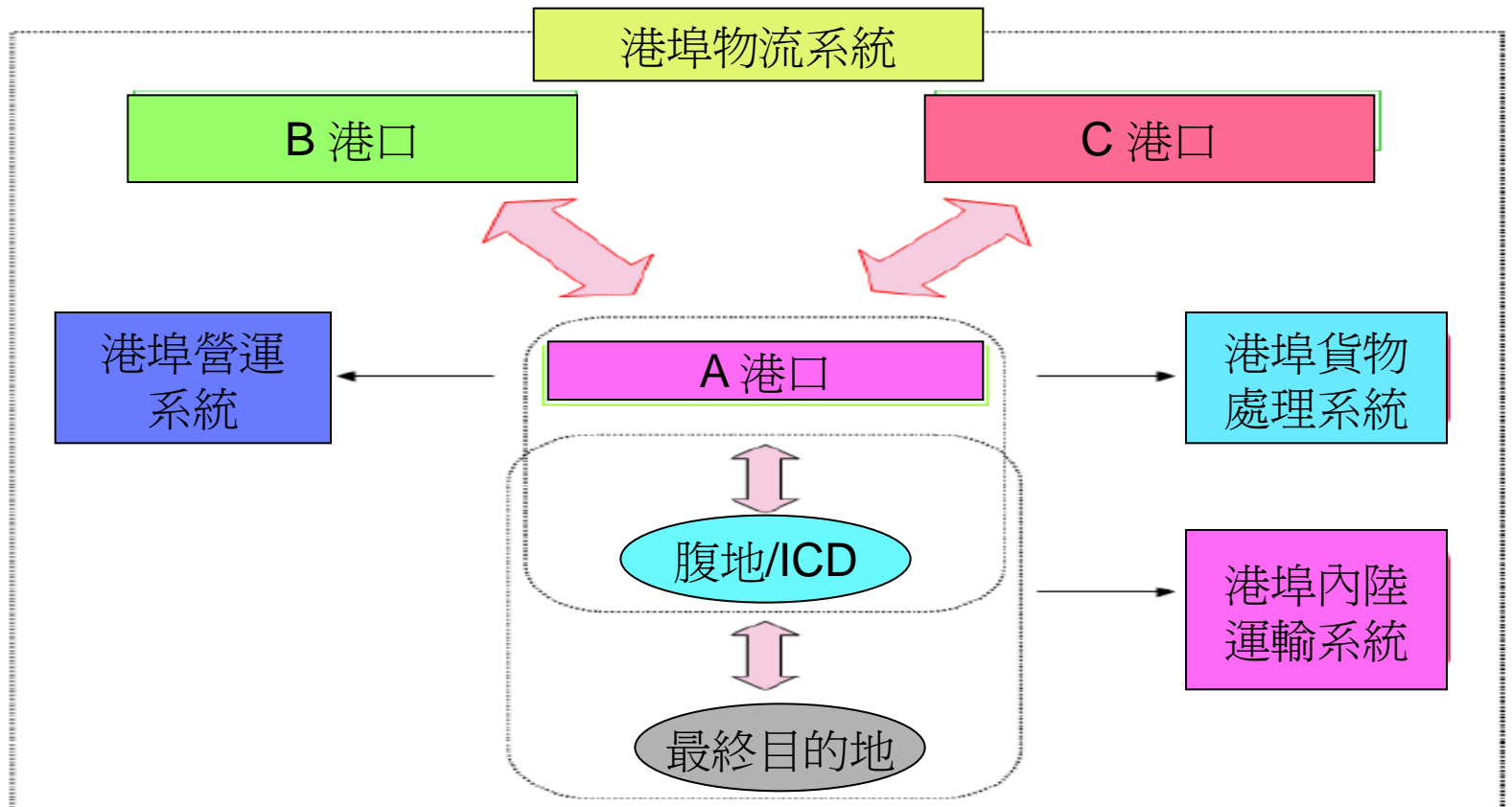
授課重點

- 貨櫃碼頭港埠物流之定義
- 貨櫃碼頭物流之區域
- 貨櫃碼頭物流之構成要素
- 貨櫃碼頭物流之作業流程
- 自動化貨櫃碼頭作業

1. 貨櫃碼頭港埠物流之定義

- 所謂港埠物流，係指貨物流通有關的港埠物流系統、港埠裝卸設備有關之港埠裝卸系統、港埠營運有關之必要港埠營運系統、從港埠到內陸的貨物運輸有專之港埠內陸運輸系統等軟硬體領域而言。
- 港埠物流，主要涵蓋港埠裝卸系統、港埠營運系統以及港埠內陸運輸系統而言。

1.1 港埠系統之定義



2. 貨櫃碼頭物流之區域

- 貨櫃碼頭可區分為三大區域
 1. 岸臂區域(Berth Area)
 2. 場站區域(Yard Area)
 3. 管制站區域(Gate Area)

2.1 貨櫃碼頭系統結構

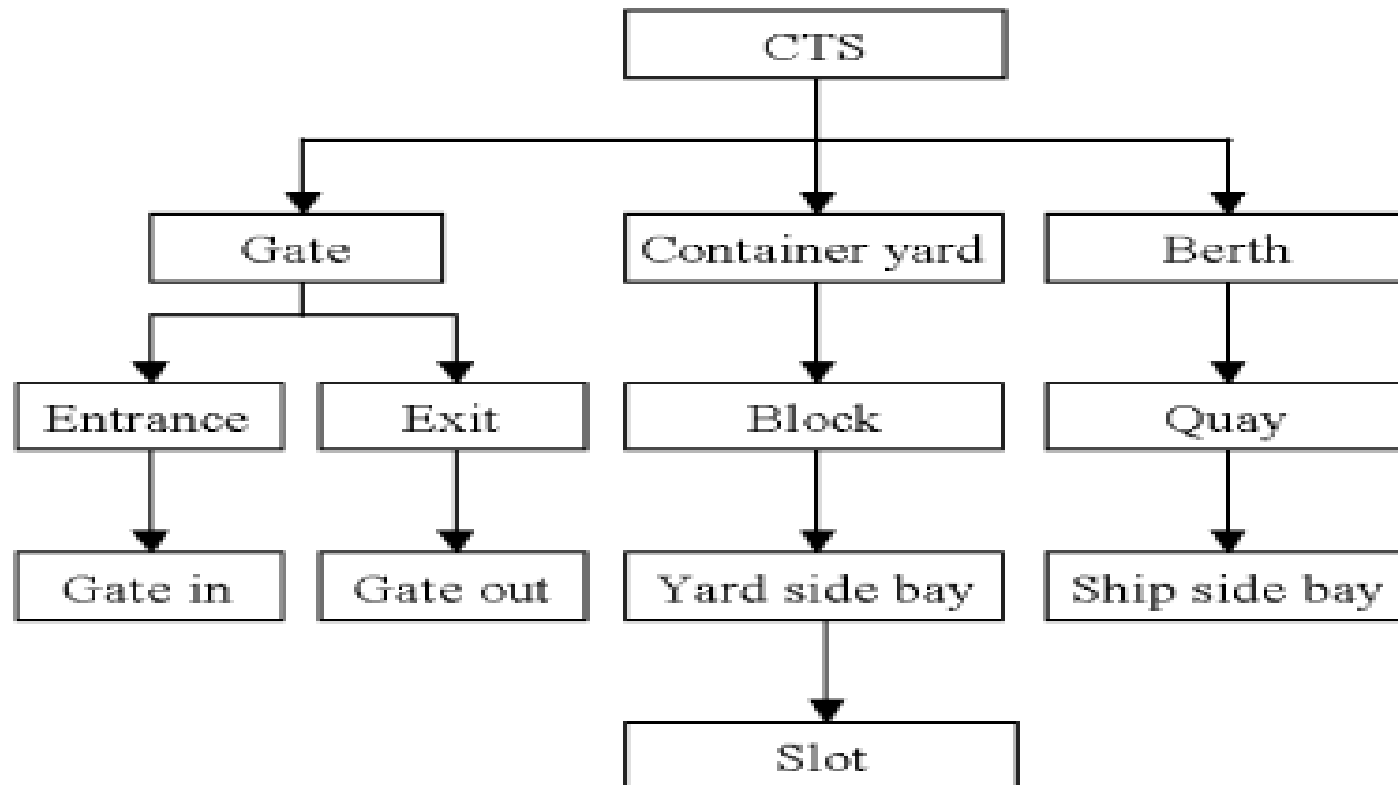


Fig. 2. System hierarchy.

2.2 貨櫃流動之範圍

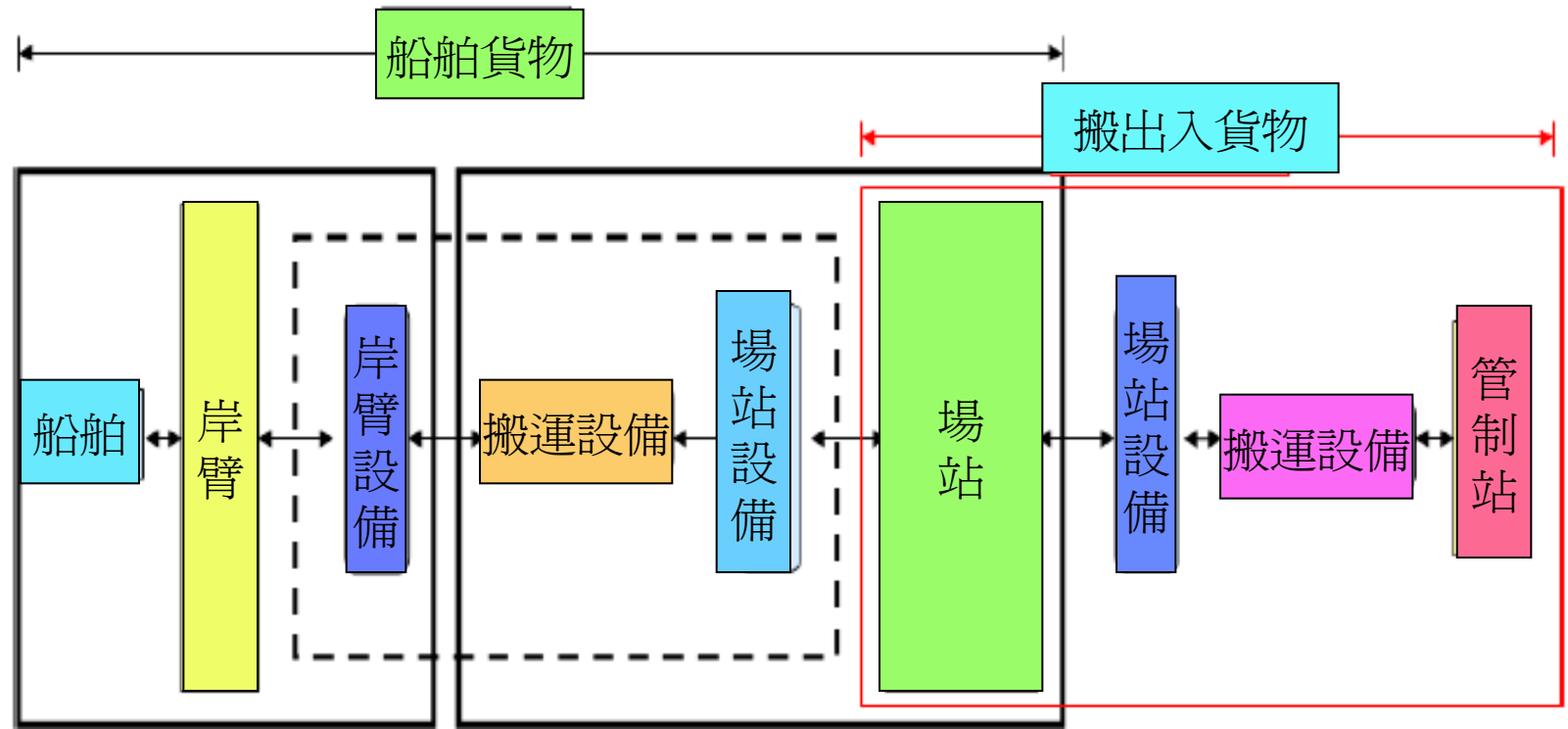
■ 船舶貨物處理

1. 岸臂區域：船舶靠岸後，利用岸臂裝卸設備將貨櫃裝卸下來。
2. 場站區域：經由搬運機具如拖車或跨載機水平搬運到場站存放推機。

■ 搬出入貨物處理

1. 場站區域：利用場站搬運設備將貨櫃，交給外部拖車到場站運輸。
2. 管制站區：外部拖車進出管制站來提領或交環貨櫃業務。

2.3 貨櫃物流與構成要素



2.4 貨櫃碼頭之結構

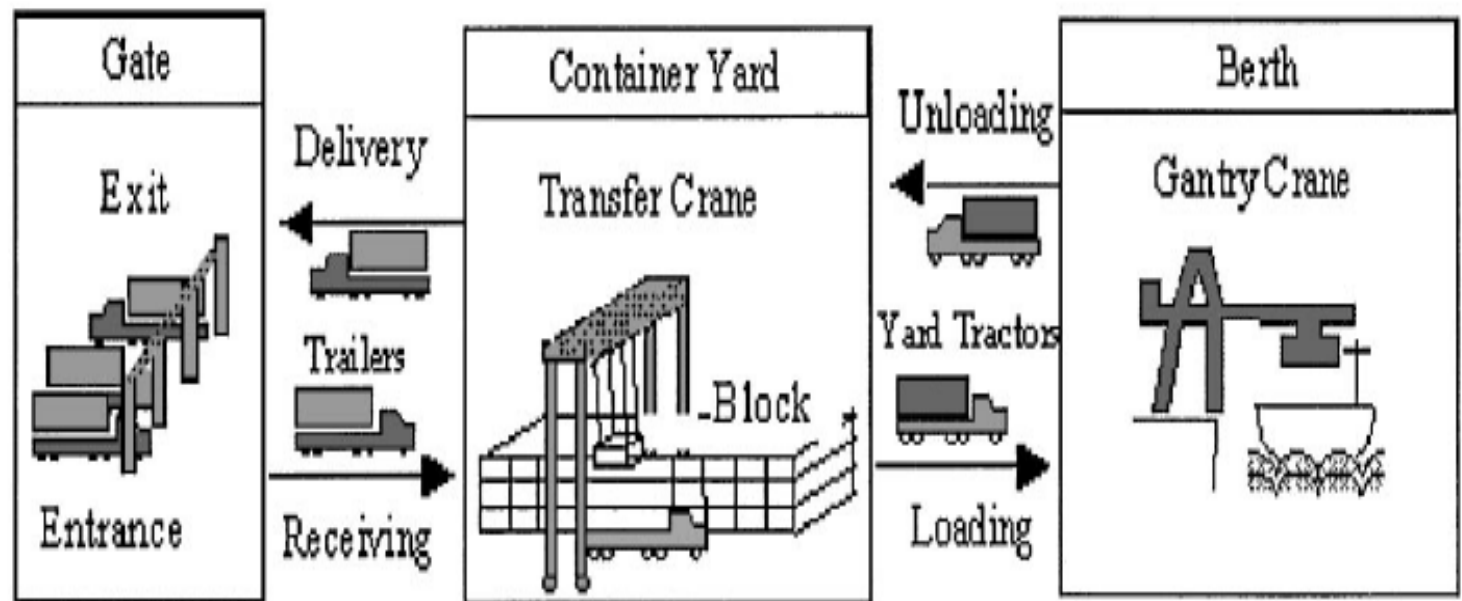
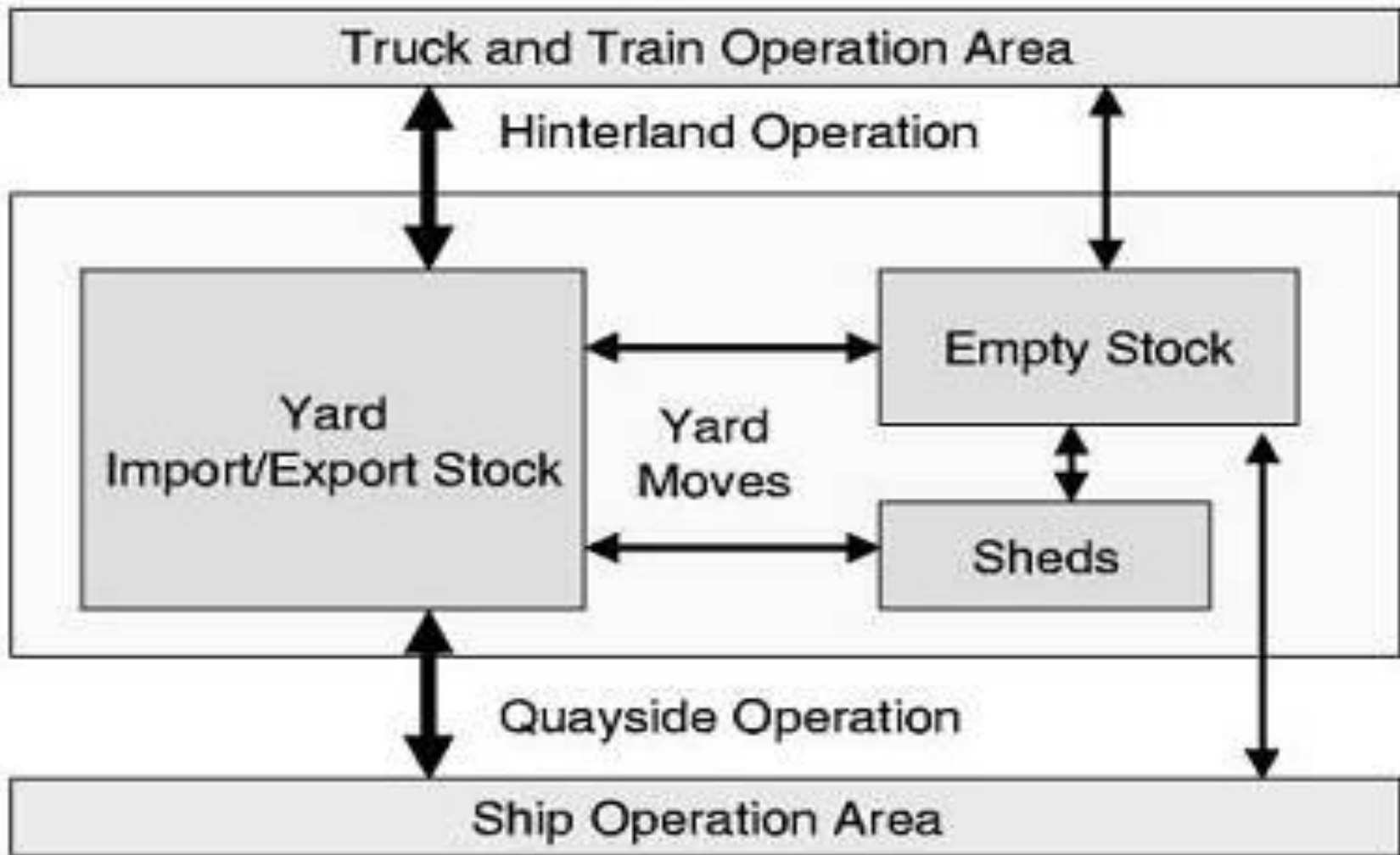
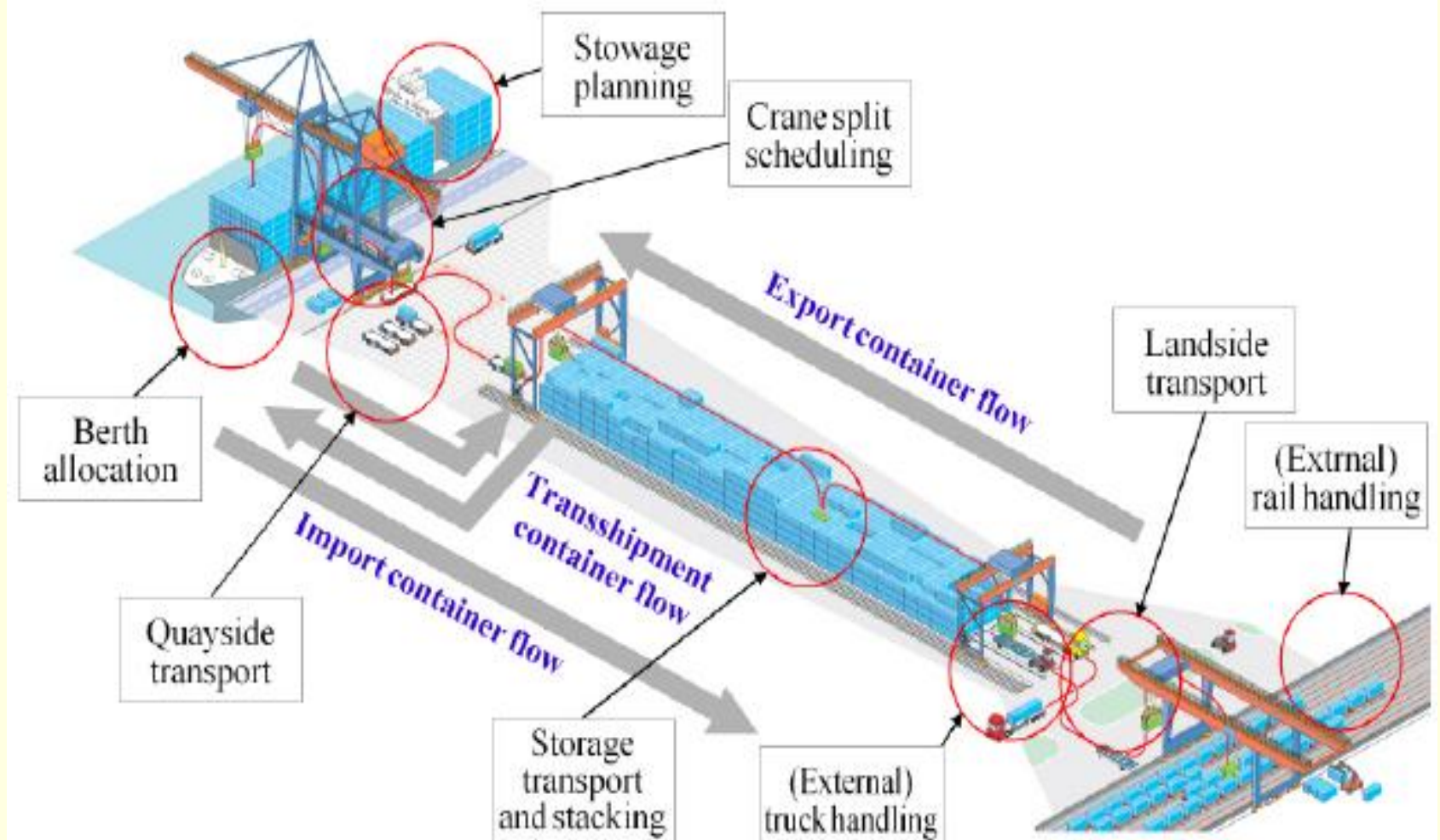


Fig. 1. The structure of a CTS.

貨櫃碼頭作業流程配置



貨櫃場作業模式



貨櫃物流之基本活動

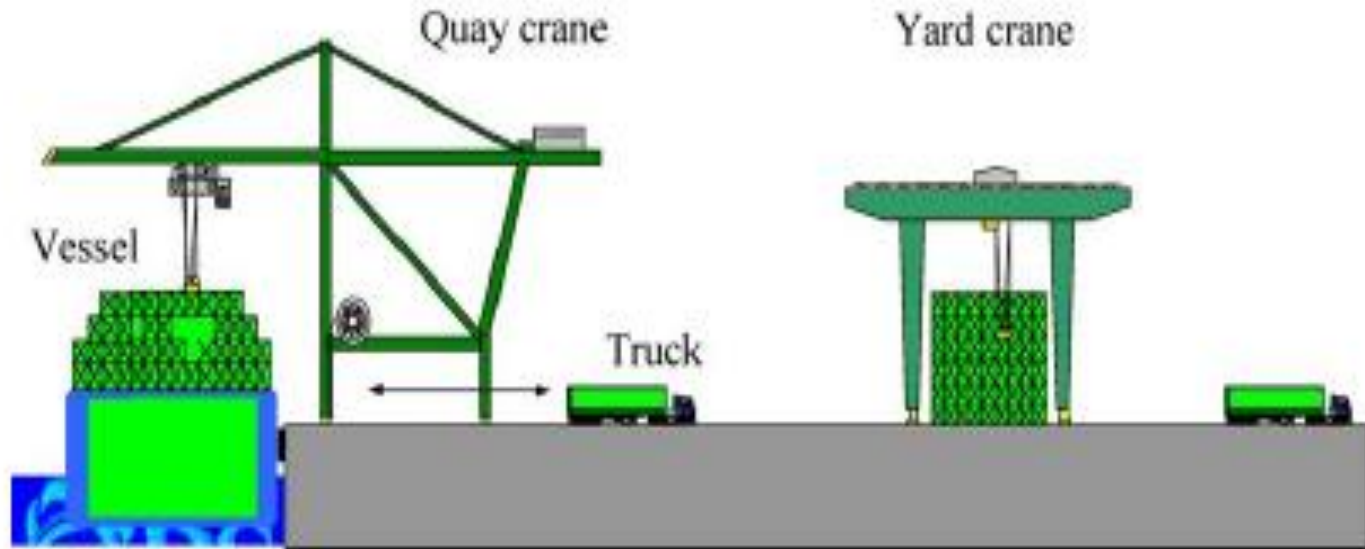


Fig. 1. Typical flow of containers in terminal operations.

貨櫃物流之基本活動

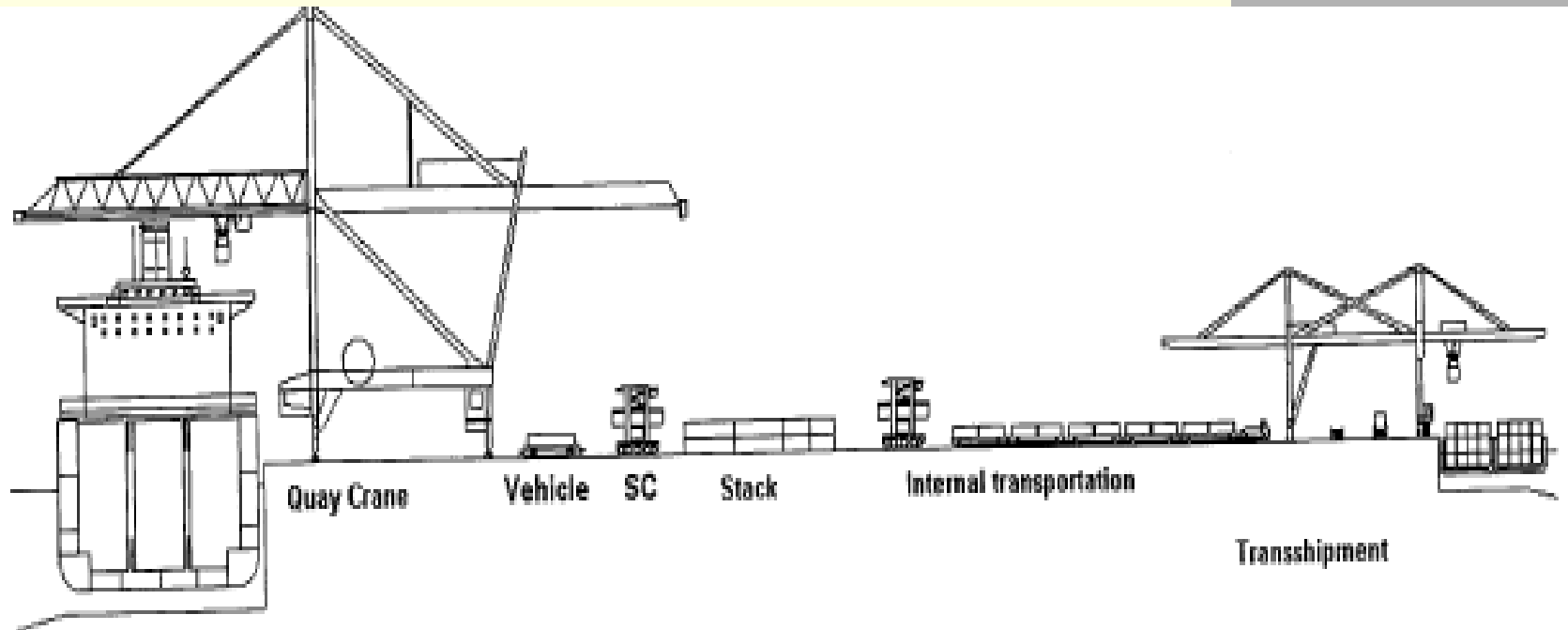


Fig. 1. Process of unloading and loading a ship.

3. 貨櫃碼頭物流之構成要素

- 岸臂之長度與水深
- 岸臂設備之性能與種類
- 場站之堆積面積
- 場站設備之性能與種類
- 管制站之數量與營運設備
- 各設備間之聯繫系統

3.1 岸臂設備

- 岸臂(Berth)，係指船舶進港以後，為裝卸貨櫃，船舶最初與陸地側聯繫之基礎設施而言。
- 岸臂與進港貨櫃船舶之長度、水深有關，因此岸臂作業系統，係按照接岸船舶種類與大小、岸臂設備之規模與裝卸系統來決定。

船舶大型化之發展趨勢(一)

	Late 1960s	1970s	End of 1970- early 1980s	Late 1980s
Alias	Feeder	Handy	Sub Panamax	Panamax
TEU	700-1500	1800-2300	2000-2500	2500-4400
TEU	752	1887	2464	4626
Length(m) Lpp	187.0	263.3	247.4	281.6
Width(m)	26.0	32.2	32.2	32.25
Depth(m)	15.5	19.6	24.1	21.4
Draft(m)	10.5	11.5	13.2	32.25
GT	16,240	37,799	52,615	53,80
Speed(kn)	22.6	26.0	19.5	24.5
Propeller	1	1	1	1
Operator(year)	NYK(1968)	MOL(1973)	Safmarine(1979)	Hapag Lloyd(1991)

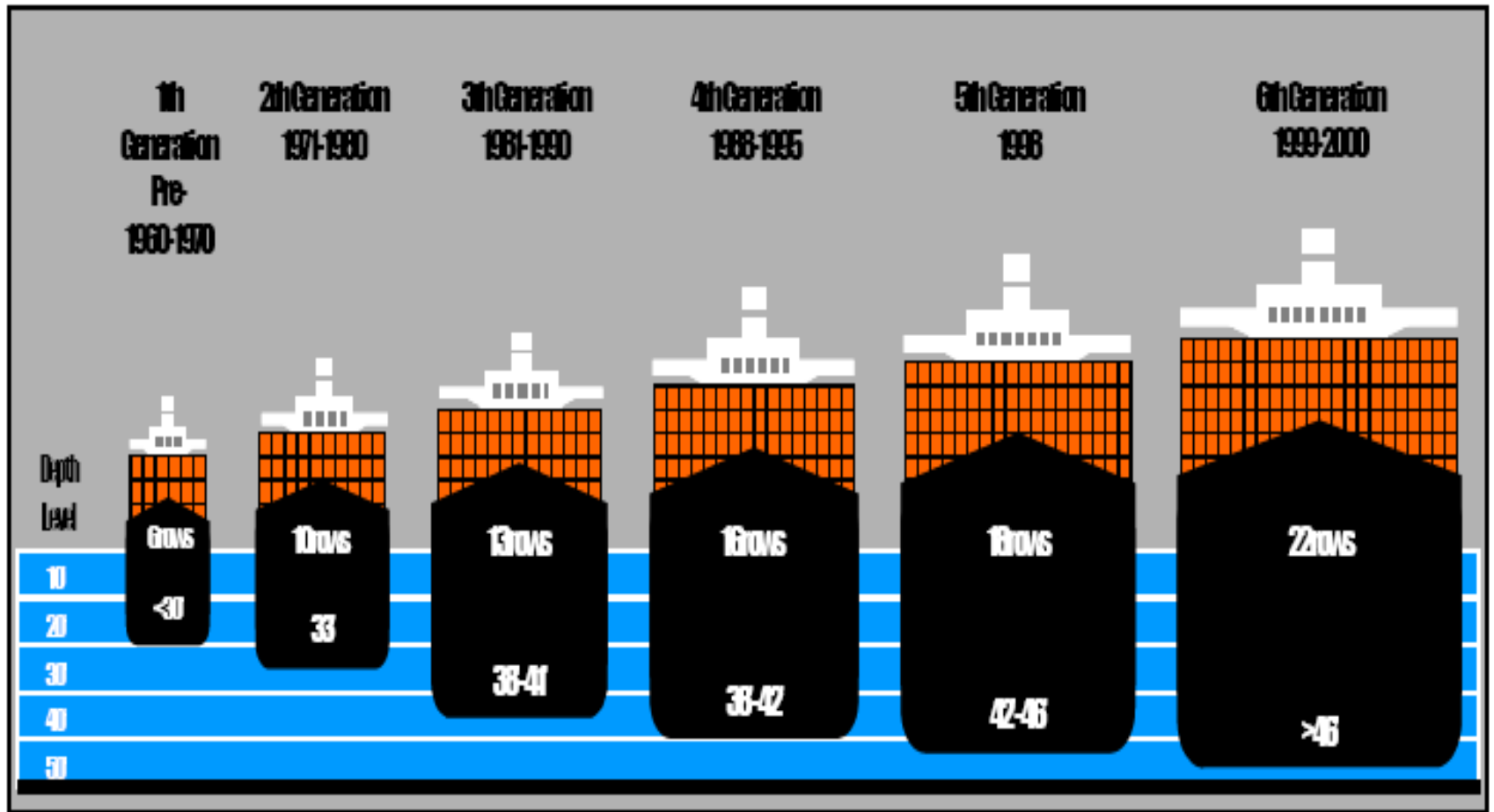
船舶大型化之發展趨勢(二)

	First half of 1990s	Late 1990s	1997-2002	Early 21st Century
Alias	Post Panamax	Super Post Panamax		Ultra Super Post Panamax
TEU	4300-5400	6000-6670	7000-8700	10000-13000
TEU	4340	6418	7060	13000
Length(m) Lpp	260.8	302.3	331.5	365
Width(m)	39.4	42.8	32.8	55.0
Depth(m)	23.6	24.1	24.1	30
Draft(m)	12.5	14.0	14.5	15.0
GT	50,206	81,488	91,560	150,000
Speed(kn)	24.2	25.0	26.4	
Propeller	1	1	1	2
Operator(year)	APL C-10(1988)	Maersk(1996)	Maersk(1997)	(2006)

船型別之規模

	Panamax	Suezmax	Malaccamax
裝載能力(TEU)	3,000	12,000	18,000
船舶長度(M)	294	400	400
船舶寬度(M)	32	50	60
吃水(M)	13.5	17.04	21

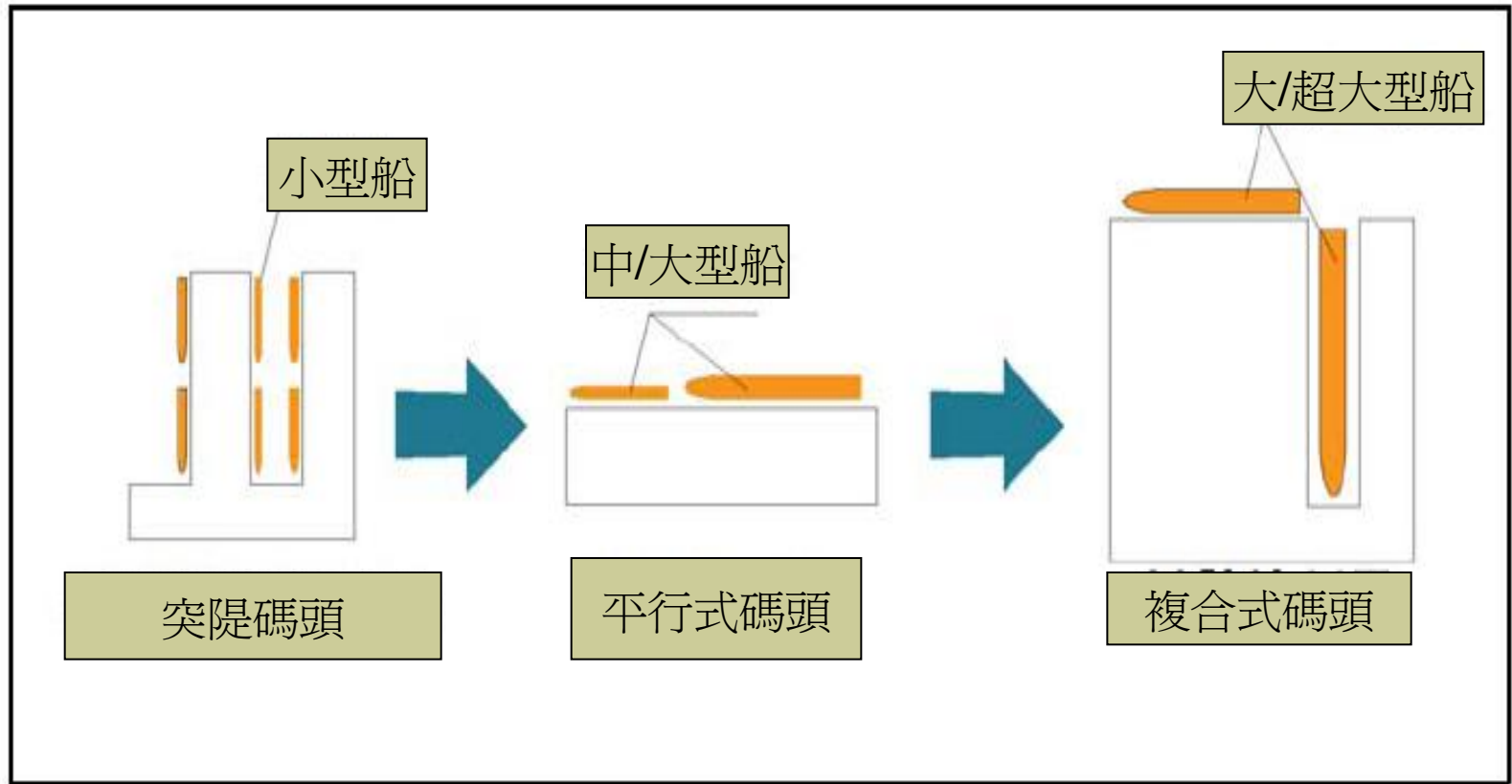
貨櫃碼頭大型化趨勢



橋式起重機之前伸變化

	1世代	2世代	3世代	4世代	5世代
出現時期	1960年代	1970年代	1980年代 中期	1990年代 中期	2000年代
前伸(公尺)	21-35	32-39	44-47	48-52	53以上
裝卸排數	9-14	12-15	17-18	18-20	21以上

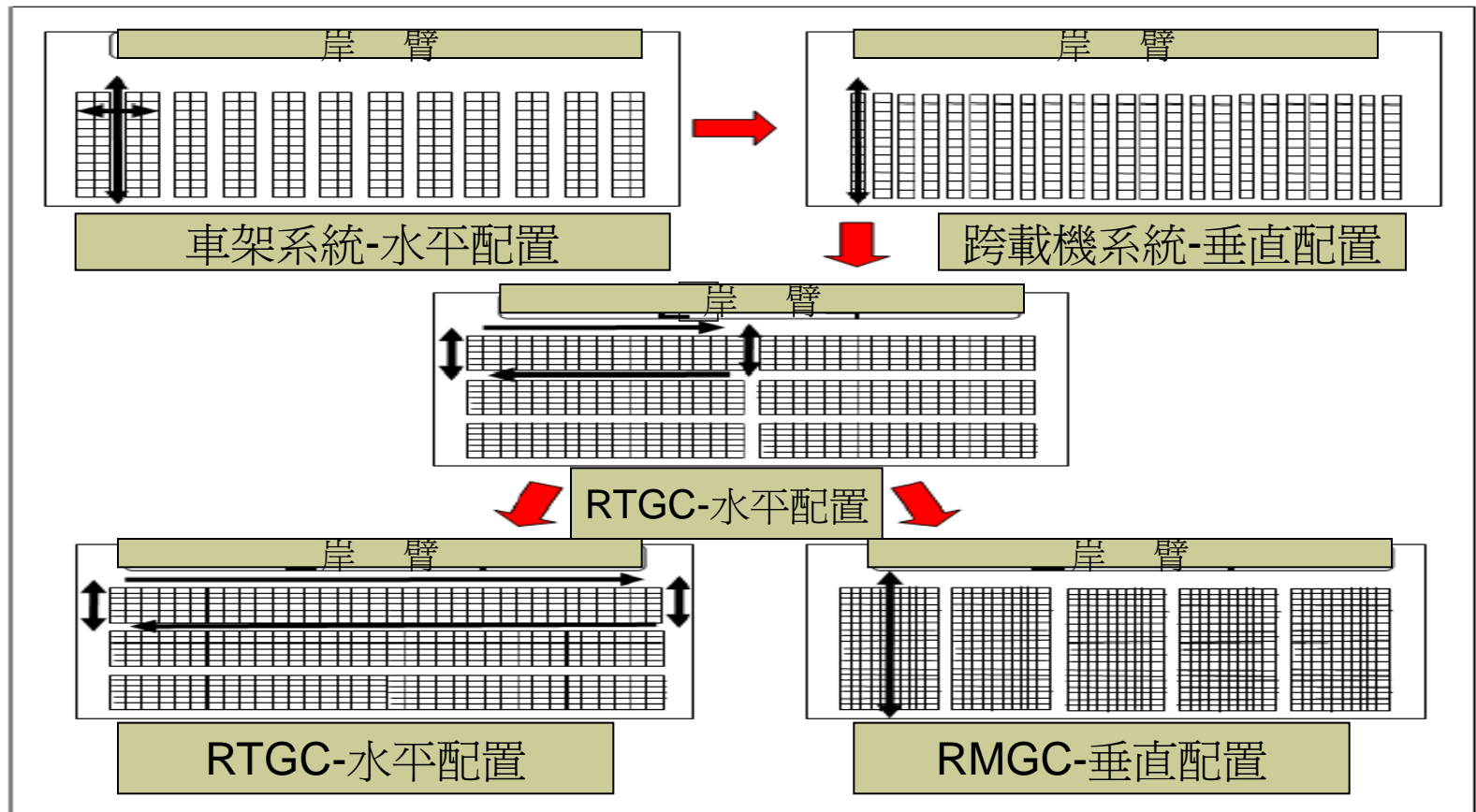
岸臂型態之變化



3.2 場站設備

- 所謂場站，係指船舶、堆積與保管搬出入貨櫃之場所而言。
- 依照場站種類與場站搬運系統有別，一般從五層到八層，儲存貨櫃空間稱為**TGS (Total Ground Slot)**。
- 場站排列貨櫃堆積方向，通常與岸間長度呈現水平式、垂直式以及複合式等三種。

岸臂設備之橫斷面



3.3 貨物裝卸機具與堆積能力

- 前側作業堆高機(Front Lift Truck-FLT)
- 側載堆高機(Side loader truck-SLT)
- 運輸貨架(Carrier Truck)
- 前伸堆櫃起重機(Reach stacker crane-RSC)
- 移動式門型起重機(Mobile portal crane-MPC)
- 跨載機(Straddle Carrier-STC)
- 膠輪式及軌道式門型機(Rubber tired and tail mounted gantry-RTG and GMG)

貨櫃處理機具選擇考量因素

1. 貨櫃場位置和海運環境
2. 貨櫃場預期處理容量
3. 預期進口、出口和轉口量
4. 預期會停靠貨櫃碼頭之船型
5. 場站區域和形狀
6. 背後腹地和連接內陸例如鐵路、卡車和水路
7. 可能投資價值

場站機具設施



<Figure 3-7> Discharging by RMG Crane at PPT



<Figure 3-4> Bridge Cranes Established at PPT



貨櫃處理機具性能之比較表

	Tractor/Chassis System	Straddle Carrier	Yard Gantry Crane System	Front-end Loader system
土地使用	非常差 185TEU/公頃	良好 385TEU/公頃	非常好 750TEU/公頃	差 275TEU/公頃
場站開發成本	非常低 無須高品質地面	中等 需要耐磨地面	高需要耐磨地面 提供給氣重機輪胎使用	高 耐磨碼頭地面
設備成本	高 需要眾多車架	中 每支橋式起重機 需配置六支	高	中 對於低產出之成本效率
設備維修成本	低	高	低	中
人力水平 2支起重機運作時	高 28人需要較低技術	低 22人需要較高技能	高 29人需要中高技能	中 26人需要中等技能
運作因數	好 操作性 簡單碼頭組織	高度彈性 好推積	良好土地提供給 自動化使用 範疇	多用途設備

場站設備種類別裝載能力變化

區分	1970-1980年代	1990年代	2000年代
車架	1層1列	1層1列	1層1列
SC	2層1列	3層1列	4層1列
RTGC	3-4層5-6列	3-6層6-7列	5-7層6-9列
RMGC(ASC)		3-5層6-9列	4-5層9-10列

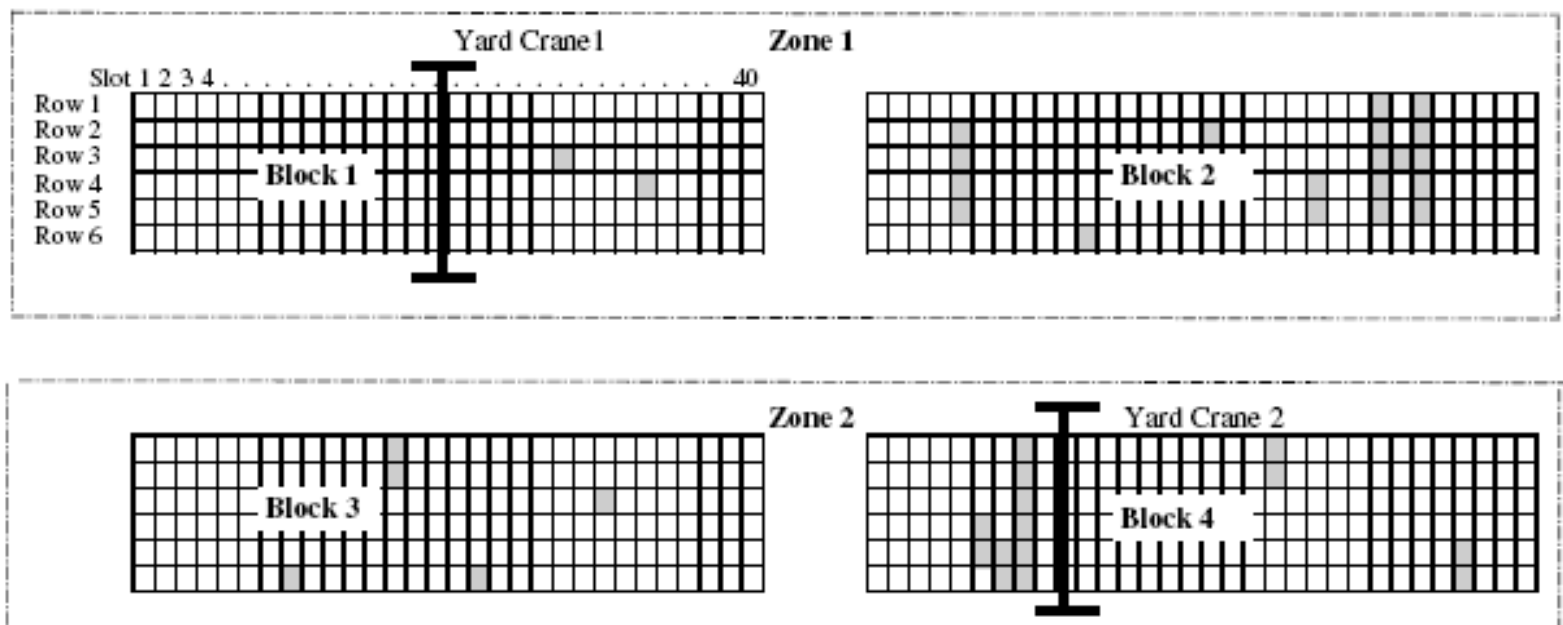


Fig. 2. Typical container yard layout of a container terminal.

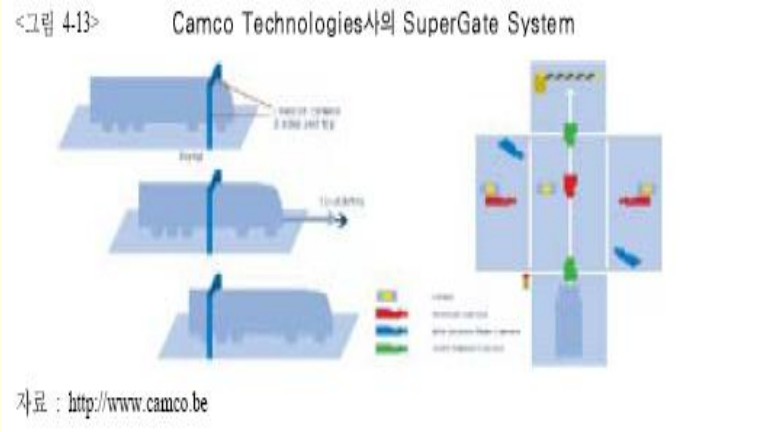
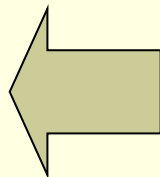
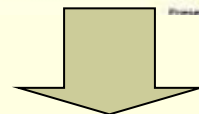
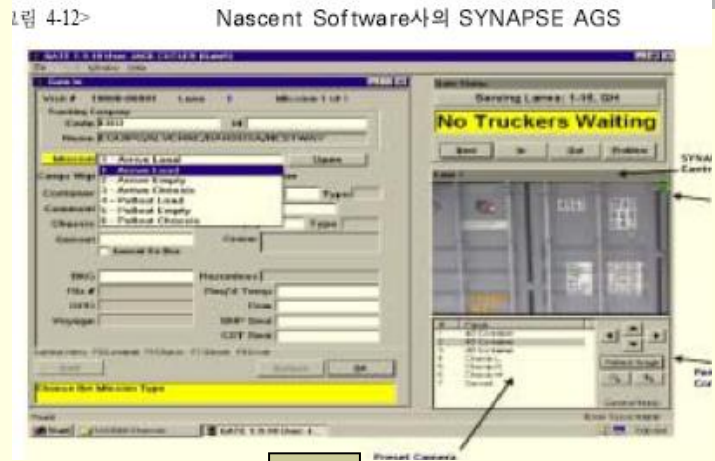
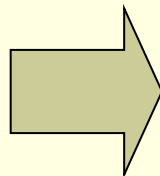
3.4 管制站

- 管制站，係指外部卡車進出貨櫃碼頭，必須通過場所，並且作為對外部車輛進場裝載貨櫃進出管制與保安區域之起訖點。
- 管制站功能，在執行貨櫃車輛保安檢查、搬出入貨櫃損傷有無與封條檢查、貨櫃搬出入確認作業。
- 管制站一般位於貨櫃碼頭最後端，與聯外道路相連接之處。

3.5 管制站自動化

- 管制站自動化，係將貨櫃碼投搬出入外部車輛與貨櫃相關情報，能夠迅速且正確輸入和接收，建構無需人力作業之系統成爲趨勢。
- 從過去發展Bar-Code、Smart Card、OCR等技術，未來發展成較新之DSRC (dedicate short range communication)短距離專用通訊網波識別系統，將能清楚掌握貨櫃與拖車進出狀況。

從條碼管制到DSRC識別管制系統



자료 : <http://www.camco.be>

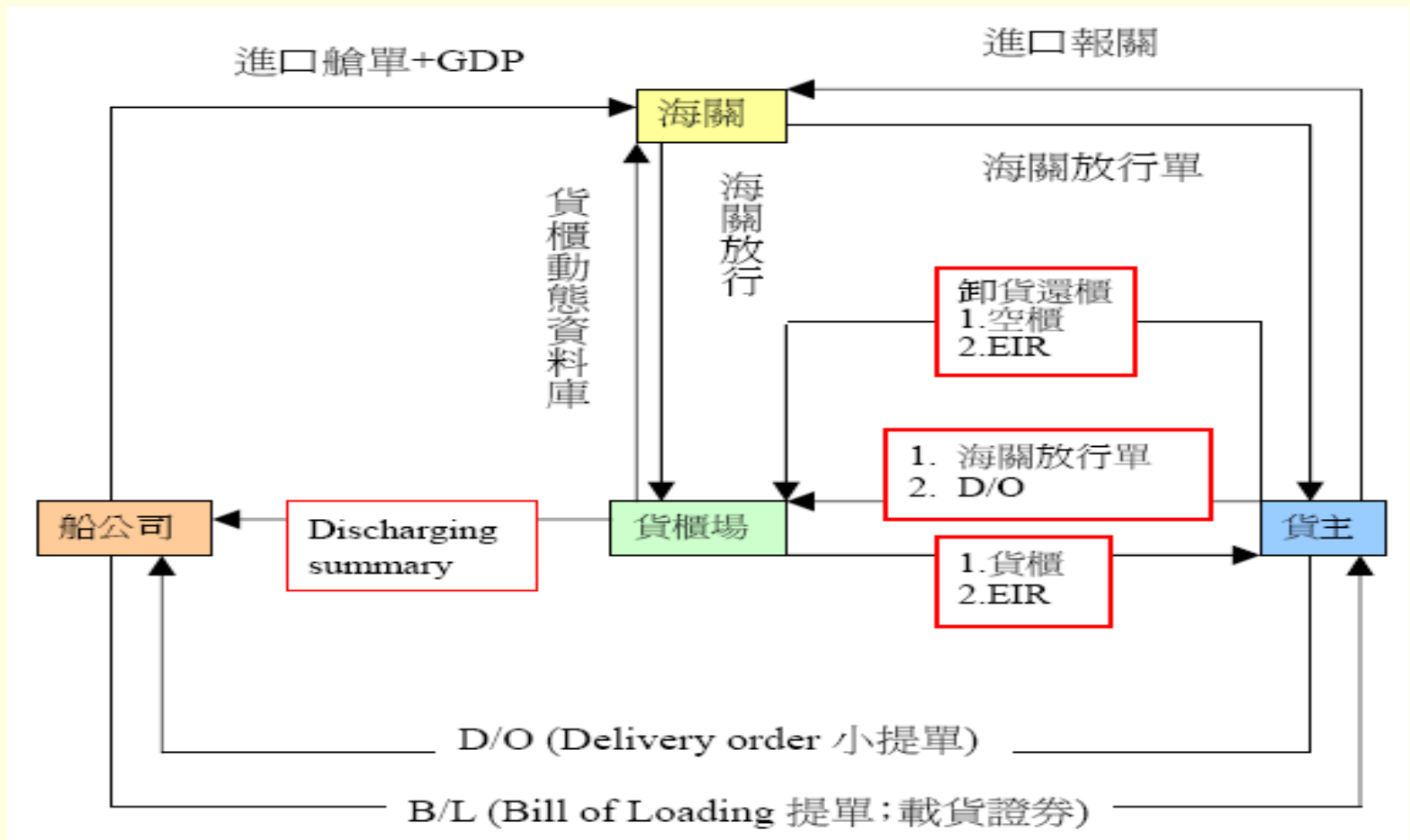
3.5 貨櫃碼頭搬運

- 海陸法或車架法
- 美新法或跨載機法
- 格雷斯法或推高基法
- 海運法或門型吊運機法

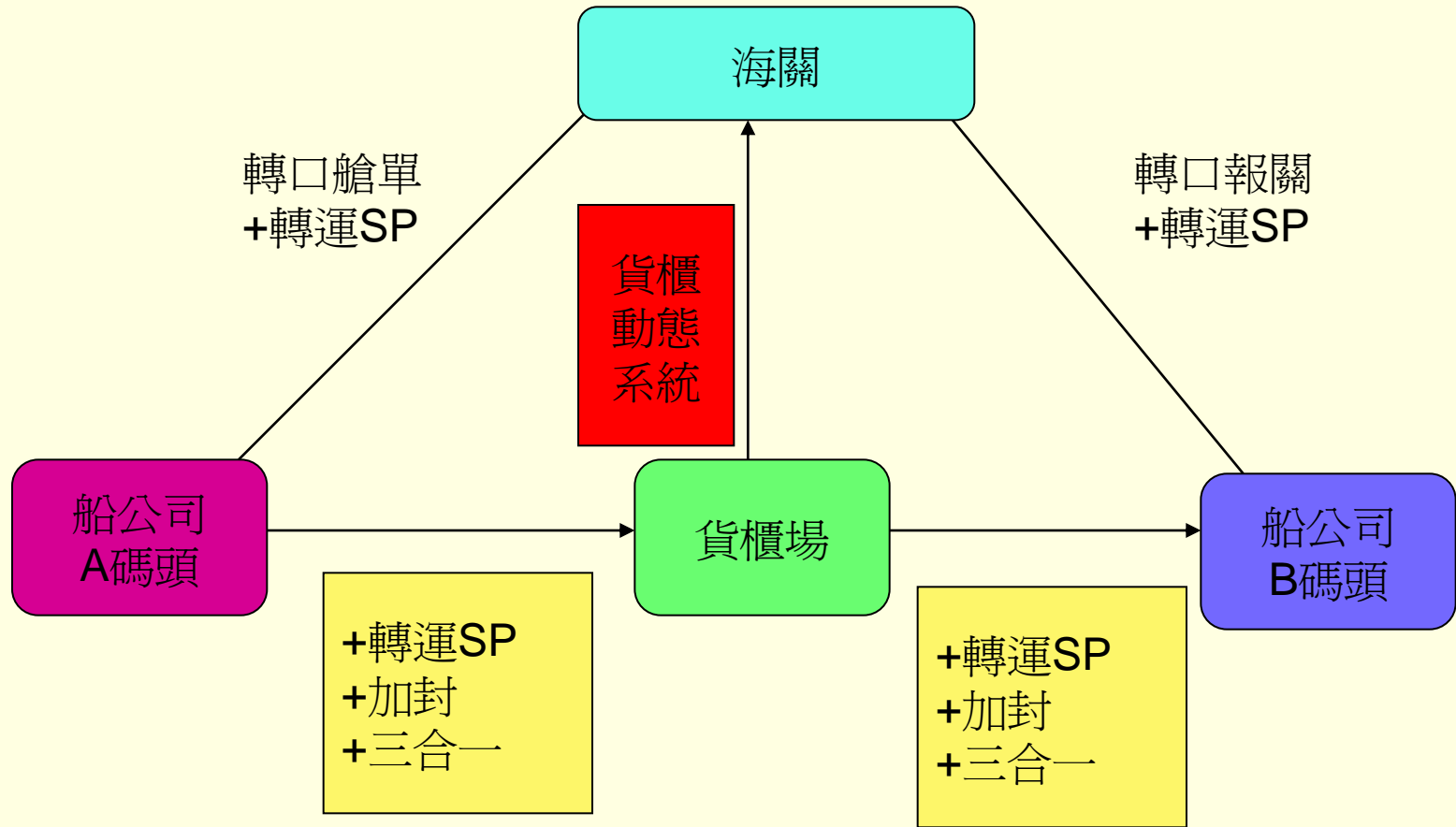
4. 貨櫃碼頭物流之作業流程



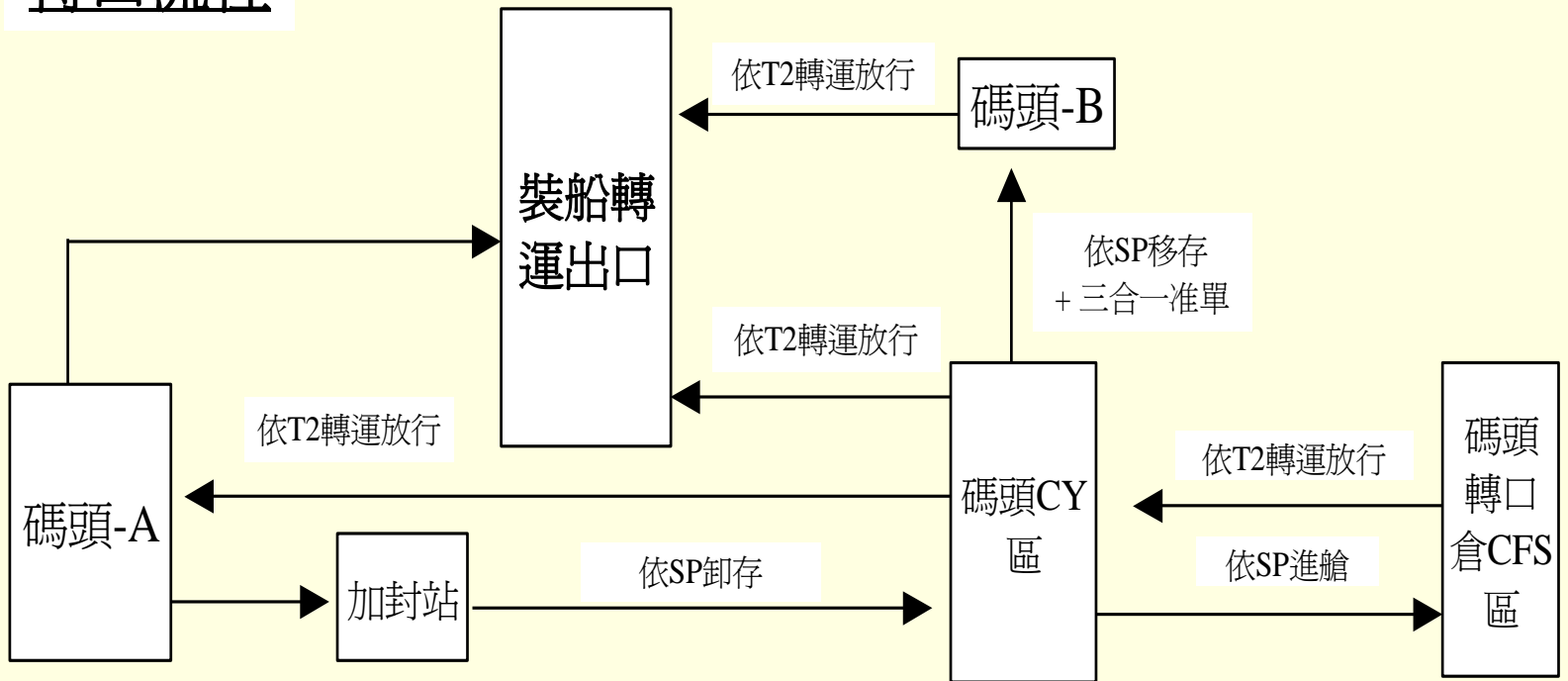
CY櫃進口作業流程



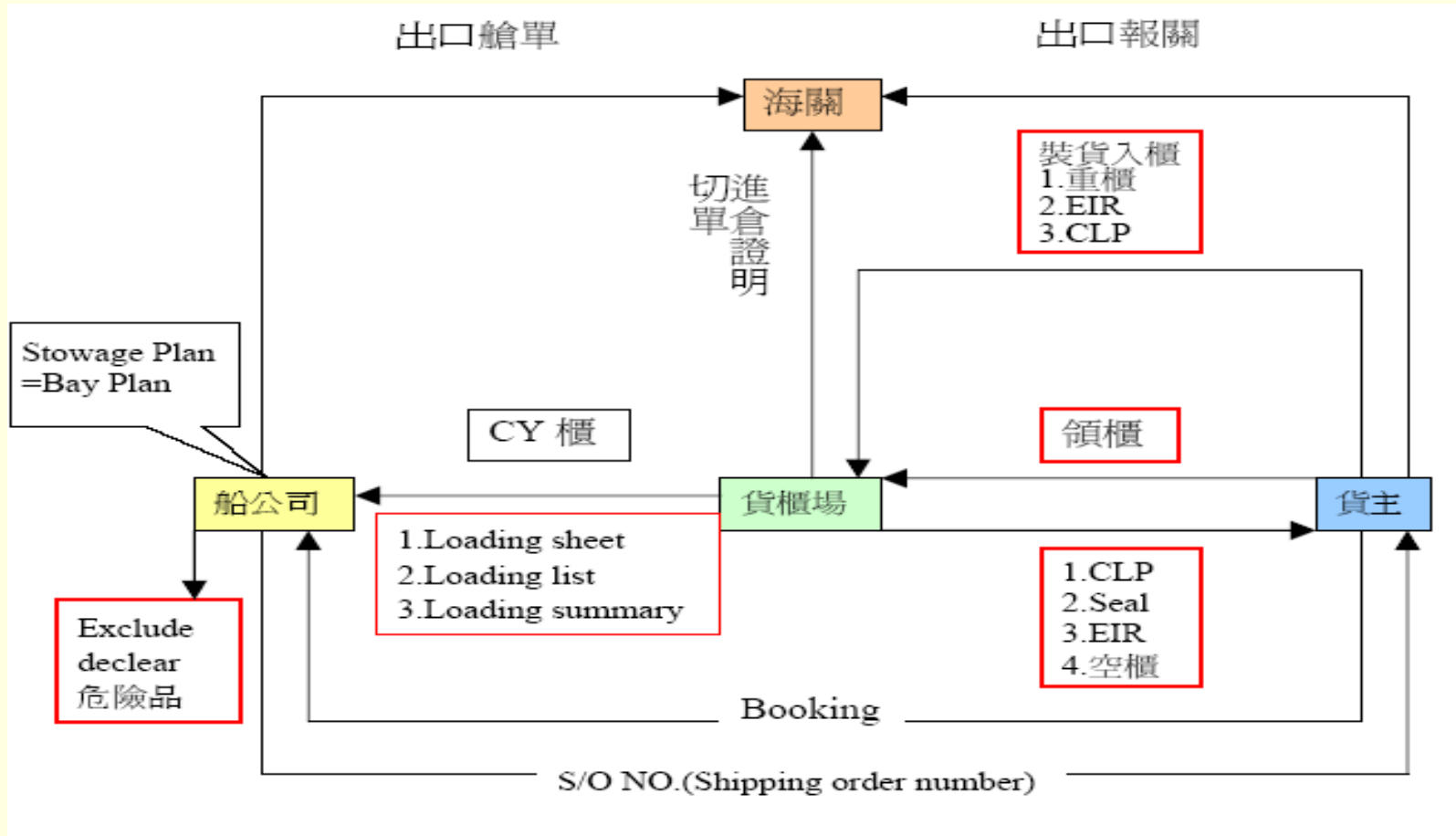
CY櫃轉口作業流程



轉口流程



CY櫃出口作業流程



貨櫃場地面積之計算

- 假設堆放高度以2.5層高計算，則例需要4500TEU，相當於20呎地面區面(Twenty-foot ground slot-TGSs)。

$$4500/2.5=1800TGS$$

- 其次，計算貨櫃碼頭所需土地面積。由於貨櫃碼頭土地需求面積受到使用作業機具不同堆放高度不一樣。如假設以混合式作業，每一個TEU slot(係指Stacking capacity)所佔用地約為16平方公尺(M²)，則1800TGS所需要面積？

$$1800*16=28,800 M^2=2.88公頃。$$

- 貨櫃場作業面積(Working Slots)大約占用地之70%~80%；其餘20~30%面積做爲營運保留區(Reserve Area)。

計算貨櫃碼頭所需面積，除實際堆棧之TGS面積，還需考量行車道、人行道、設備道路、安全空間、辦公室和其他非棧櫃區。一般估算約需土地之30%左右。因此4500TEUs/1800TGS作業所需要面積約爲：

$$2.88\text{公頃} \times (1+30\%) = 3.7\text{公頃}$$

各式貨櫃作業系統之每一TEU slot與TGS用地需求及棧櫃層數參考表

貨櫃裝卸作業系統	每一TEU slot	平均棧櫃層數	每一TGS占地面積M ²
車架式作業	50	1	50
跨載機作業	45	2	22.5
門型吊運機作業	35	3	11.7
重型吊櫃車機作業	84	2.5	32
混合作業	40	2.5	16

重櫃區規模

- 每席碼頭依年裝卸能列為**50萬TEU**，四座船席則為**200萬TEU**。
- 進出口櫃佔全部櫃量之**50%**，進口櫃與出口櫃各佔一半；實櫃佔**70%**，空櫃佔**30%**。
- 轉口櫃佔全部櫃量之**50%**，實櫃佔**85%**，空櫃佔**15%**。
- 進口櫃平均滯場時間為**7天**，出口櫃滯場時間為**4天**，轉口櫃為**3天**。
- 實櫃趨平均推置高度為 $H=3.5$ 層(以5層之**70%**計算)
- 地面儲位平均使用率 $W=80\%$
- 實櫃平均滯場時間 $D=4.13$ 天
- 櫃廠尖峰係數為 $F=1.3$

- 假設全年實櫃處理能量需求 $C=155$ 萬TEU，則實櫃區應規劃多少儲位？
- $L = (D \times F \times C) / (H \times W \times K)$
 $= (4.13 \times 1.3 \times 1,550,000) / (3.5 \times 0.80 \times 350)$
 $= 8,492 \text{ GS.}$

貨櫃別	實櫃TEU數	平均滯場時間
進口櫃	350,000	7天
出口櫃	350,000	4天
轉口櫃	850,000	3天
小計	1550,000	4.13天

空櫃區規模

- 空櫃處理能量需求 $C=45$ 萬TEU
- 空櫃平均滯場時間 $D=14$ 天
- 空櫃平均堆置高度 $H=5.5$ 層
- 地面儲位(Ground Slot)平均使用率 $W=85\%$
- 全年營運天數 $K=365$ 天
- 櫃場尖峰係數 $F=1.3$

- 假設一年45萬TEU空櫃作業能量，則需規劃多少儲位？
- $L = (D \times F \times C) / (H \times W \times K)$
- $= (14 \times 1.3 \times 450,000) / (5.5 \times 0.85 \times 350)$
- $= 5,005 \text{ GS.}$

裝卸搬運機具配置

- 船席每隔**100**公尺設立一座橋式起重機
- 一座橋式起重機搭配**3.5**倍之R/T(軌道式門型機)
- 一座橋式起重機配置六輛卡車

CFS倉庫規模

- 假設拆併櫃以進出口櫃之4%計算，估計年處理能力需求為4萬TEU。
- 一年處理CFS櫃為4萬TEU，每TEU拆併櫃之貨物以25M³計算，則CFS年處理能量需求 $C=100$ 萬M³。
- 貨物平均滯場時間 $D=5.5$ 天.
- CFS貨物平均推置高度 $H=4$ M
- 倉儲作業區平均使用率 $W=85\%$
- 通道面積比率 $R=0.3$
- 全年一運天數 $K=350$ 天
- CFS尖峰係數 $F=1.3$

- 假設為滿足一年4萬TEU之拆併櫃處理量，則CFS應規劃多少面積？

$$\begin{aligned} A &= (D \times F \times C) / (H \times W \times K) / (1 - R) \\ &= (5.5 \times 1.3 \times 1,000,000) / (4 \times 0.85 \times 350) / (1 - 0.3) \\ &= 8,583 \text{ M}^3 \end{aligned}$$