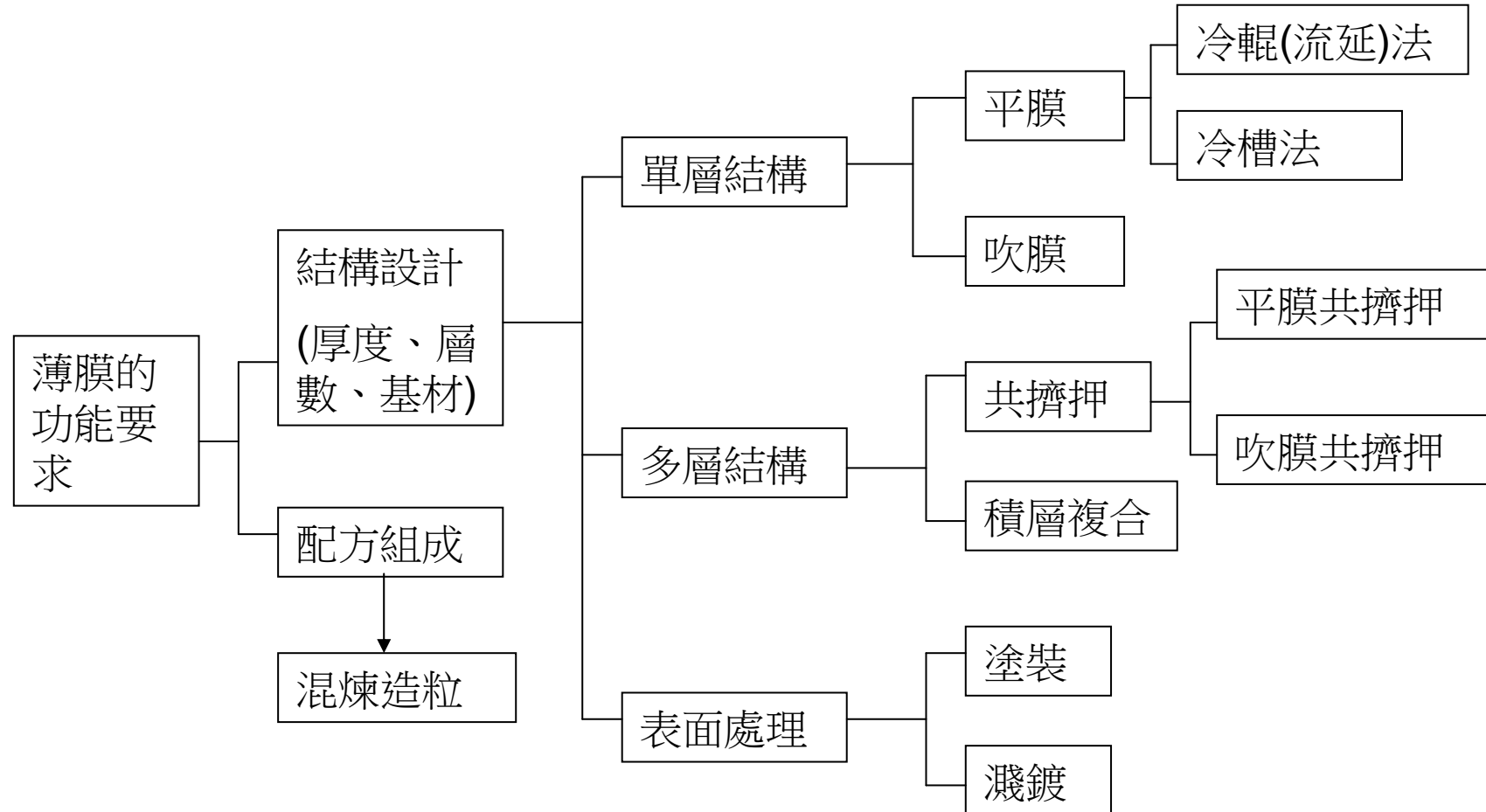


高分子功能性薄膜-技術資料

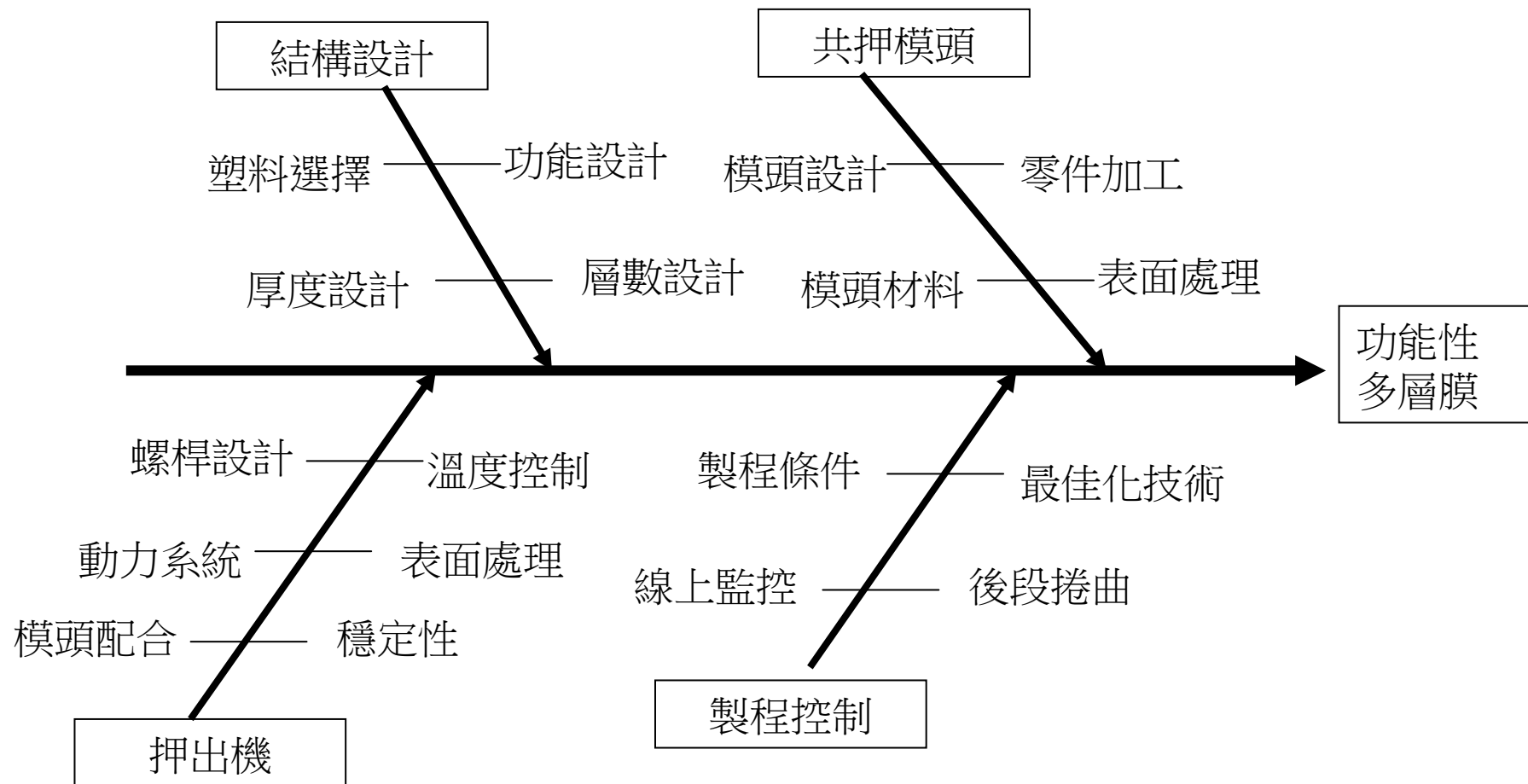
# 薄膜的製造技術

國立高雄應用科技大學  
模具工程系 黃俊欽教授

# 薄膜製造的技術流程



# 功能性多層膜的技術魚骨圖

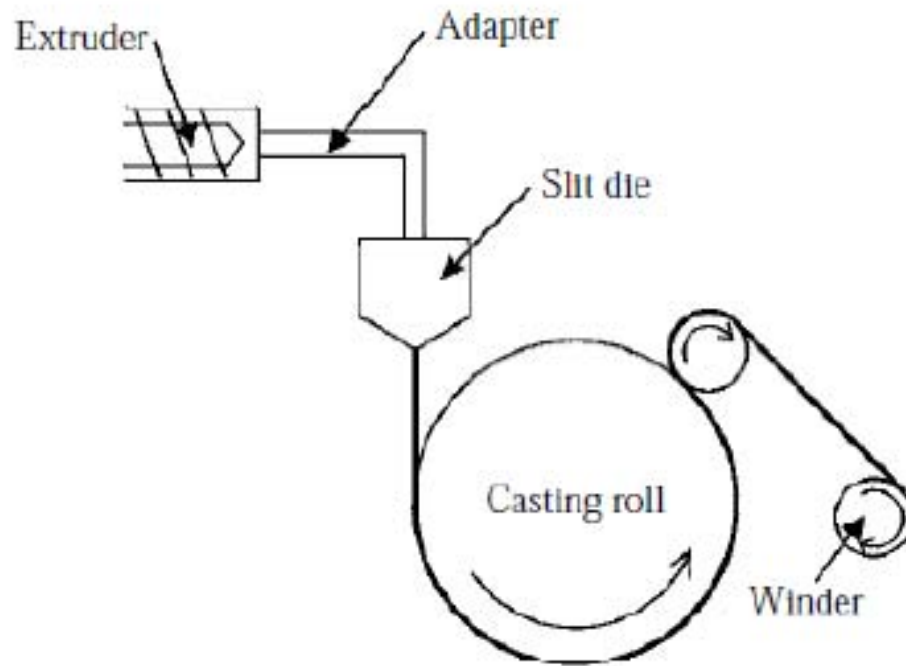


# 技術重點

各階段	主要設備	技術重點
混煉	雙螺桿押出機	螺桿元件排列設計 填充劑與熔膠的界面混合、分散性、均質性
塑化	單螺桿押出機	螺桿設計、塑料完全熔化、均質、背壓足夠、無過熱
成型	模頭	模頭出口流量均勻、壓降適當、滯流時間一致、押出尺寸符合要求
冷卻/引取	冷卻輥、風環、引取輪	薄膜冷卻均勻、冷輥溫度均勻且適當(平膜)、風量均勻且適當(吹膜)、拉伸速度比適當、折疊框/膜管直徑/冷卻速度的配合(吹膜)

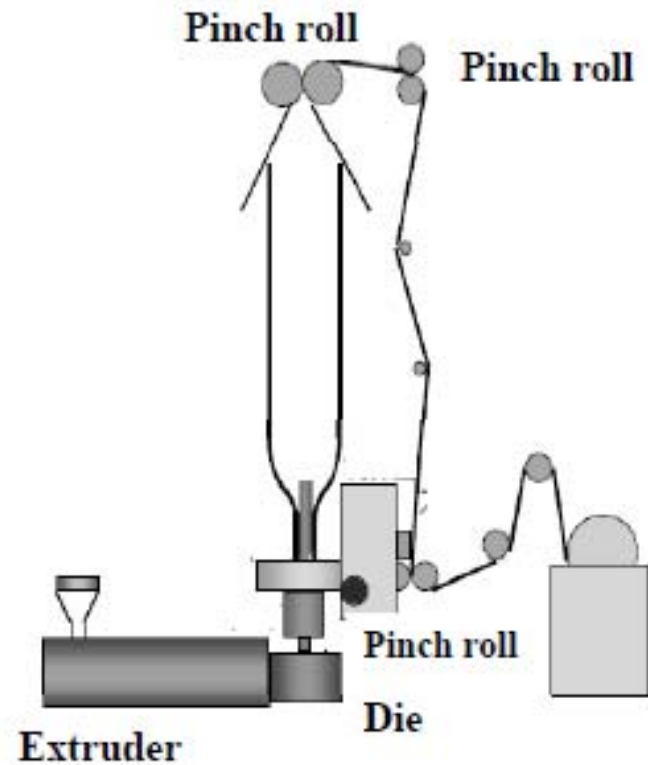
# 薄膜製造方式

平膜



**Casting film process**

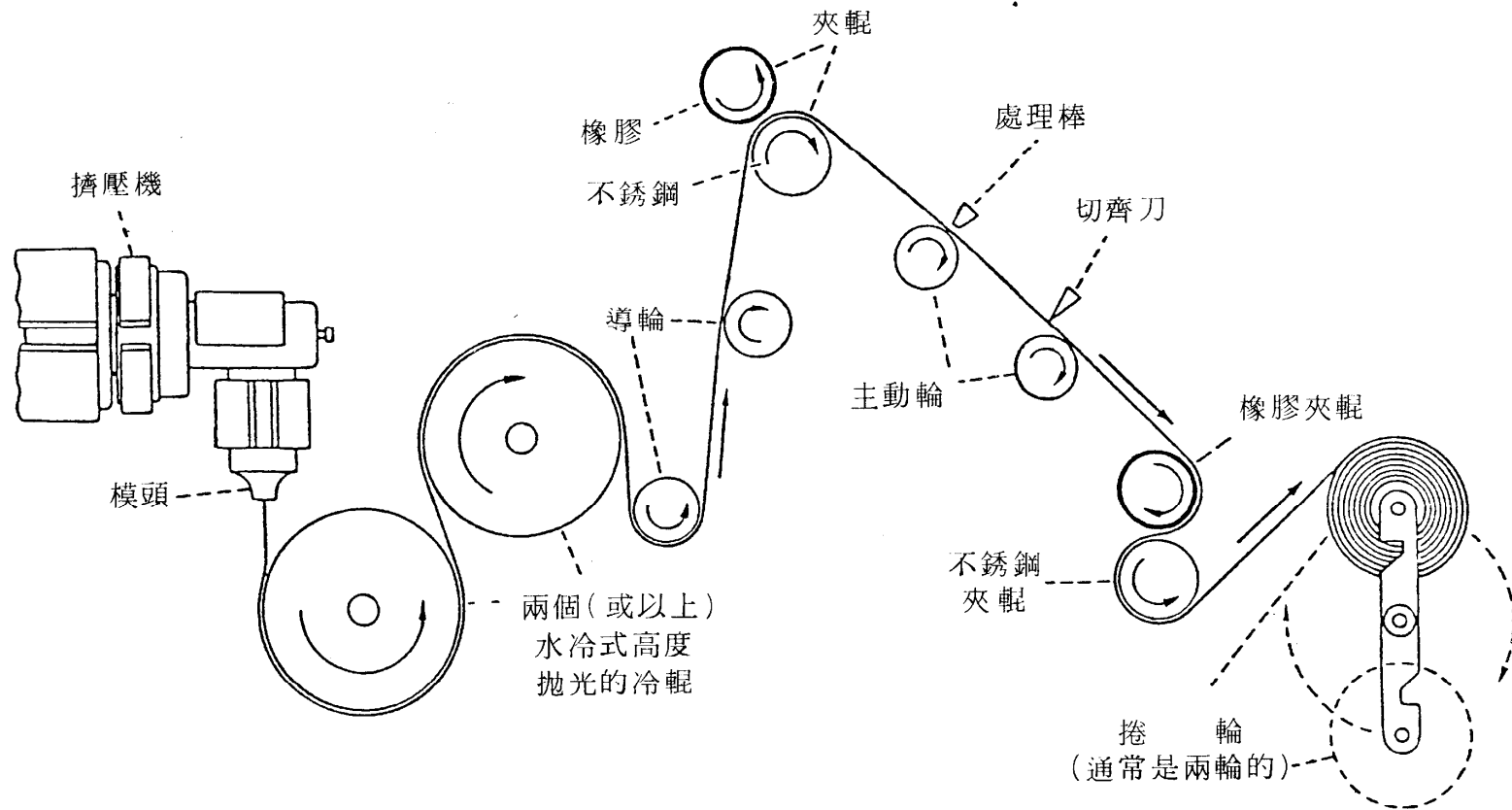
吹膜

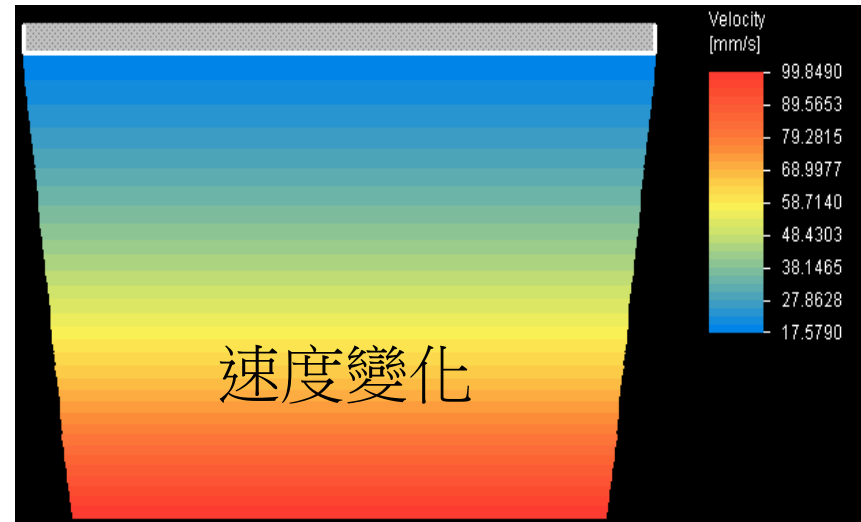
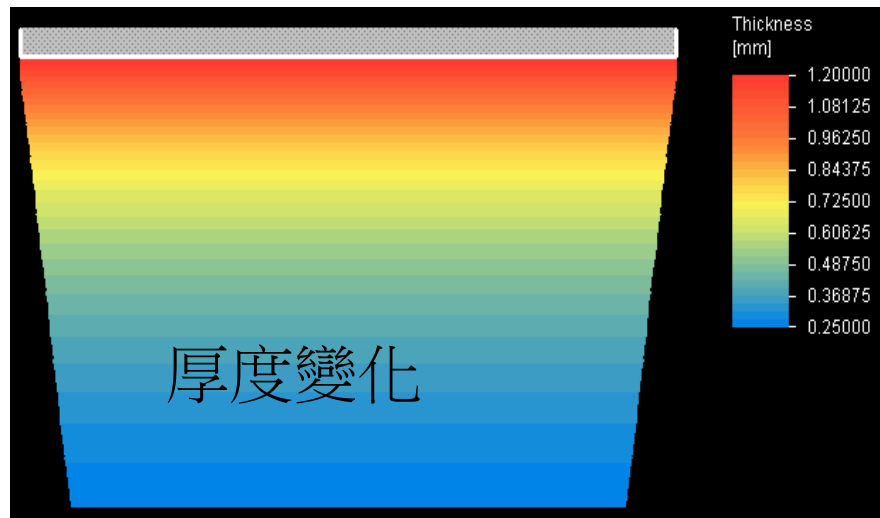


**Blown film process**

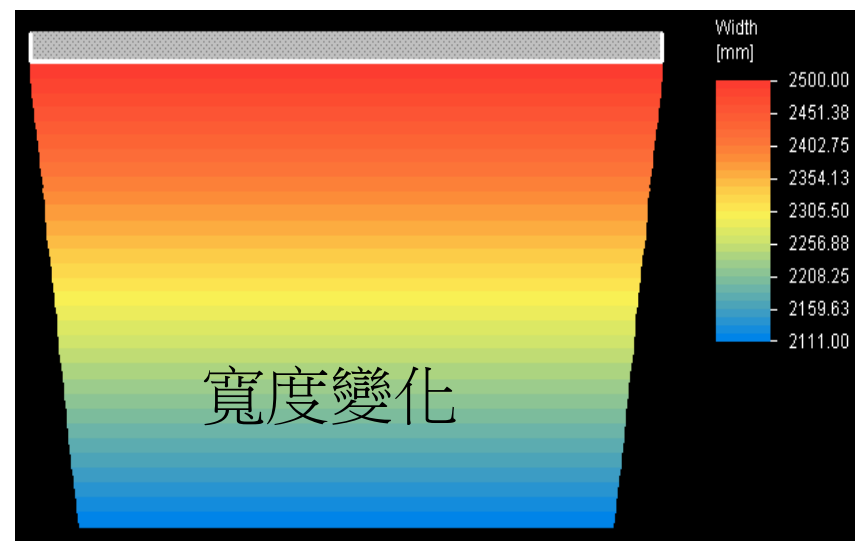
# 平膜押出製程

又稱流延法(casting)，熔膠由T-型模頭押出後，以氣刀輔助，與冷卻輥輪充份接觸進行冷卻，並由後續輥輪組捲取。





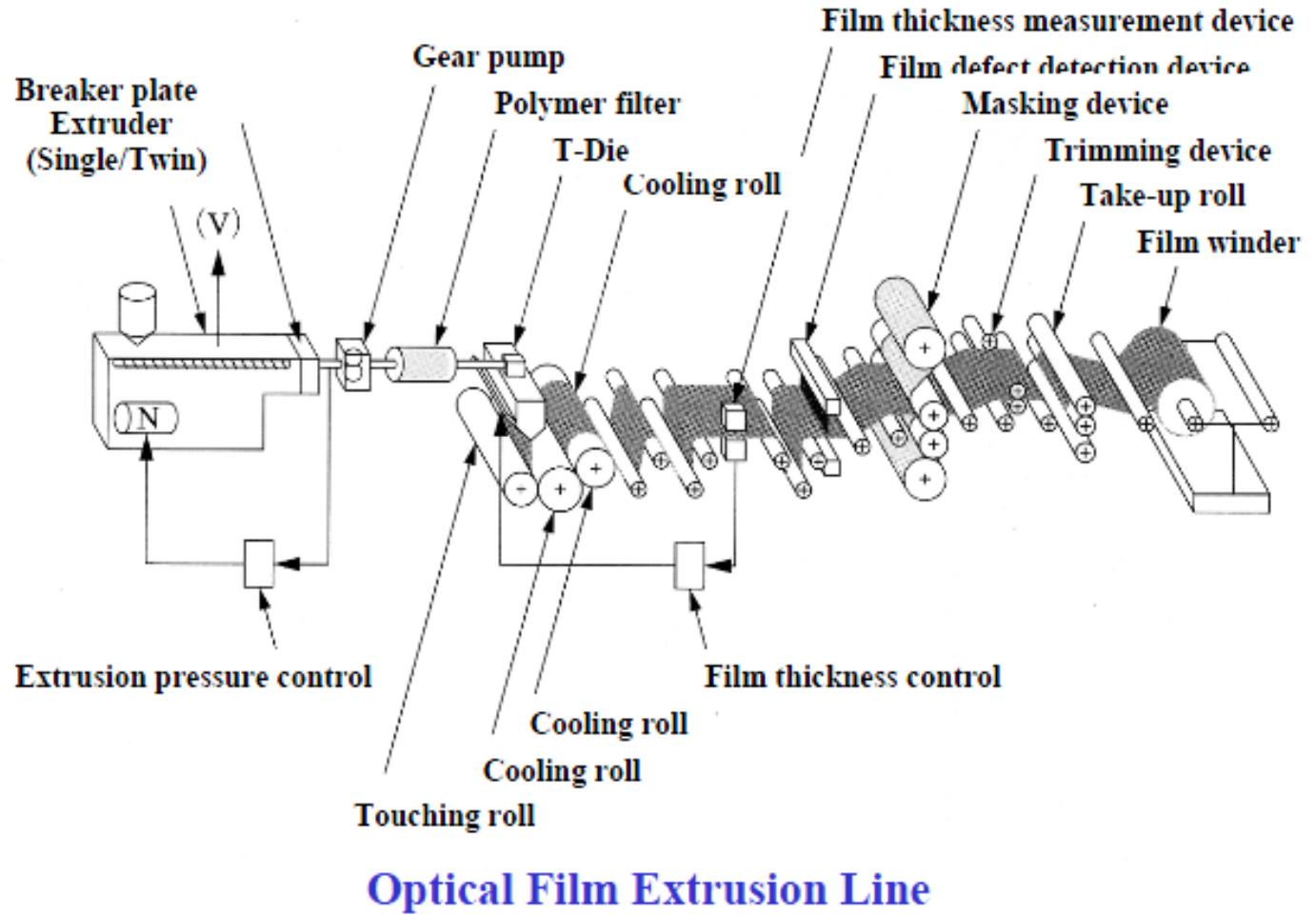
- 熔膠模頭出口押出，接觸滾輪逐漸冷卻，同時受滾輪引取，並藉由速度比之調整(引取速度/熔膠出口速度)控制產品最終厚度。
- 引取過程因縮頸現象，造成幅寬變小。由幅寬變化可作為模頭寬度設計的參考。



# 平膜製程的特性

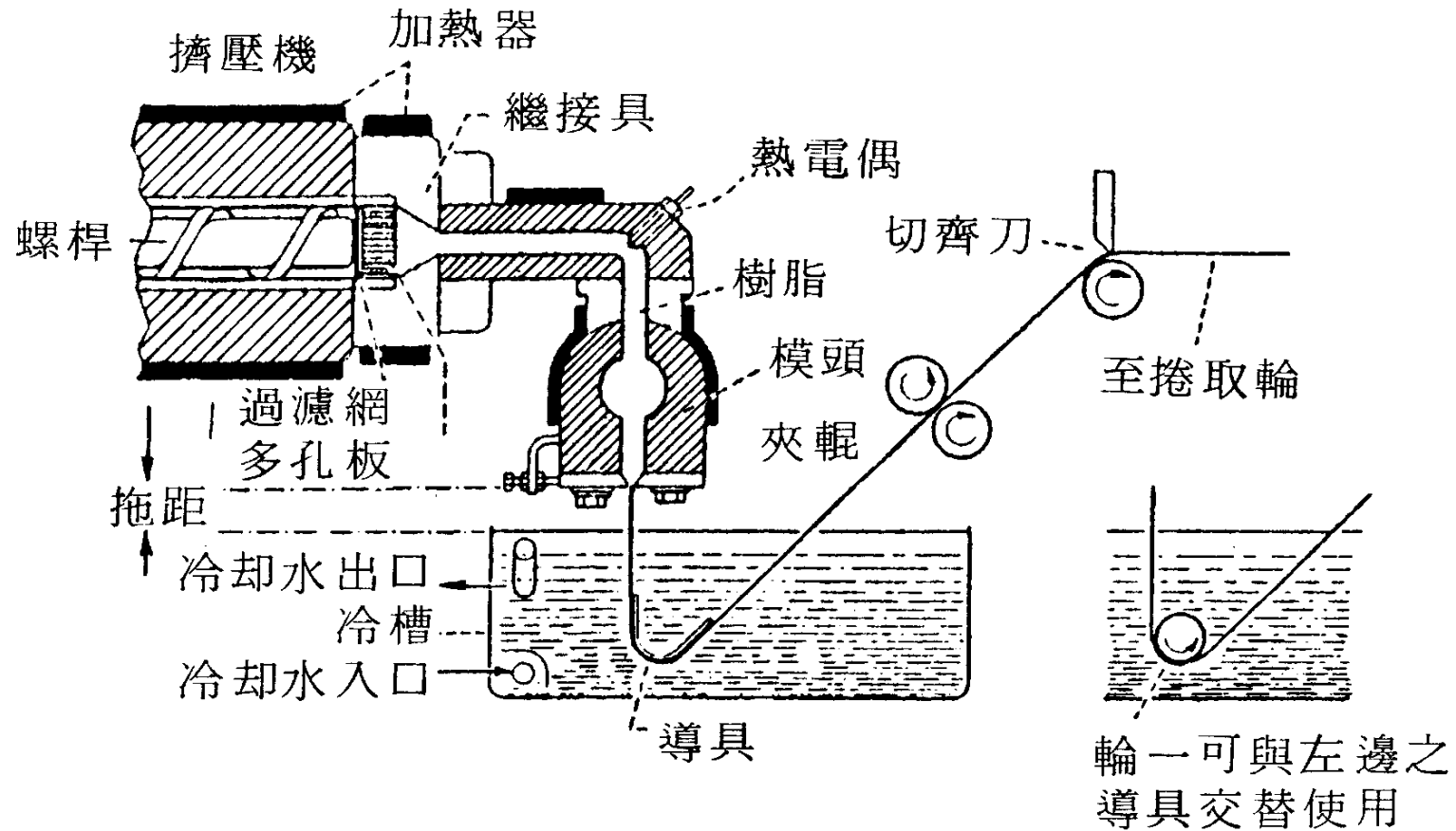


- 單軸延伸
- 在拉伸方向與橫斷方向物性差異大



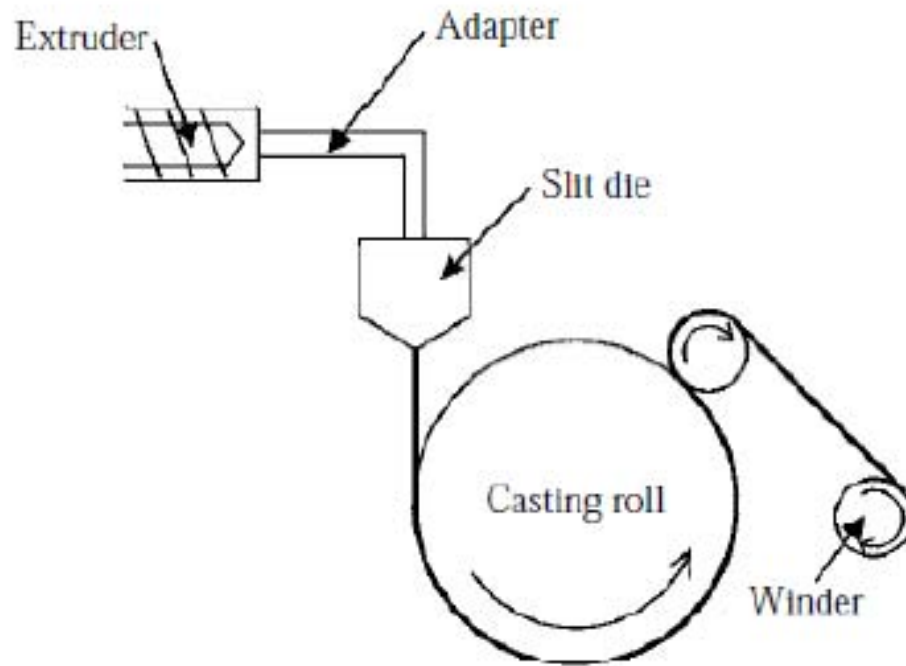


# 冷卻水槽方式



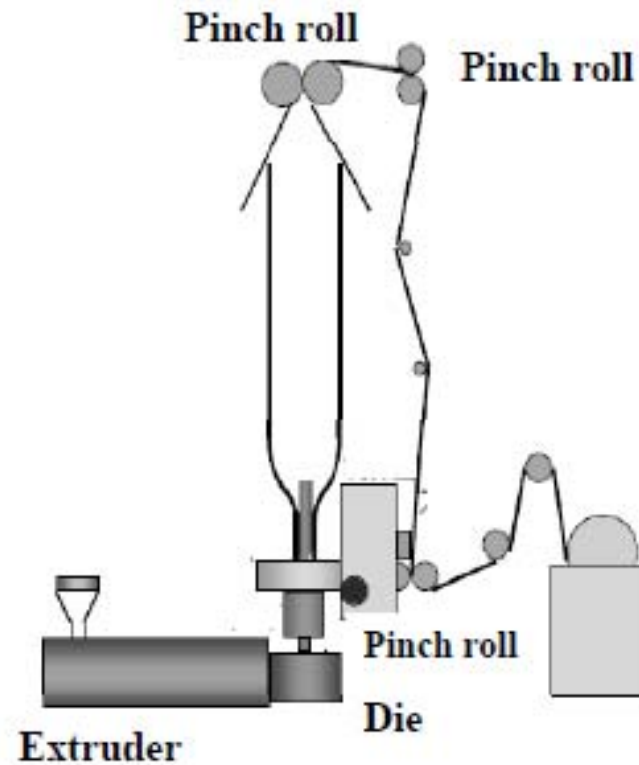
# 薄膜製造方式

## 平膜製程



## Casting film process

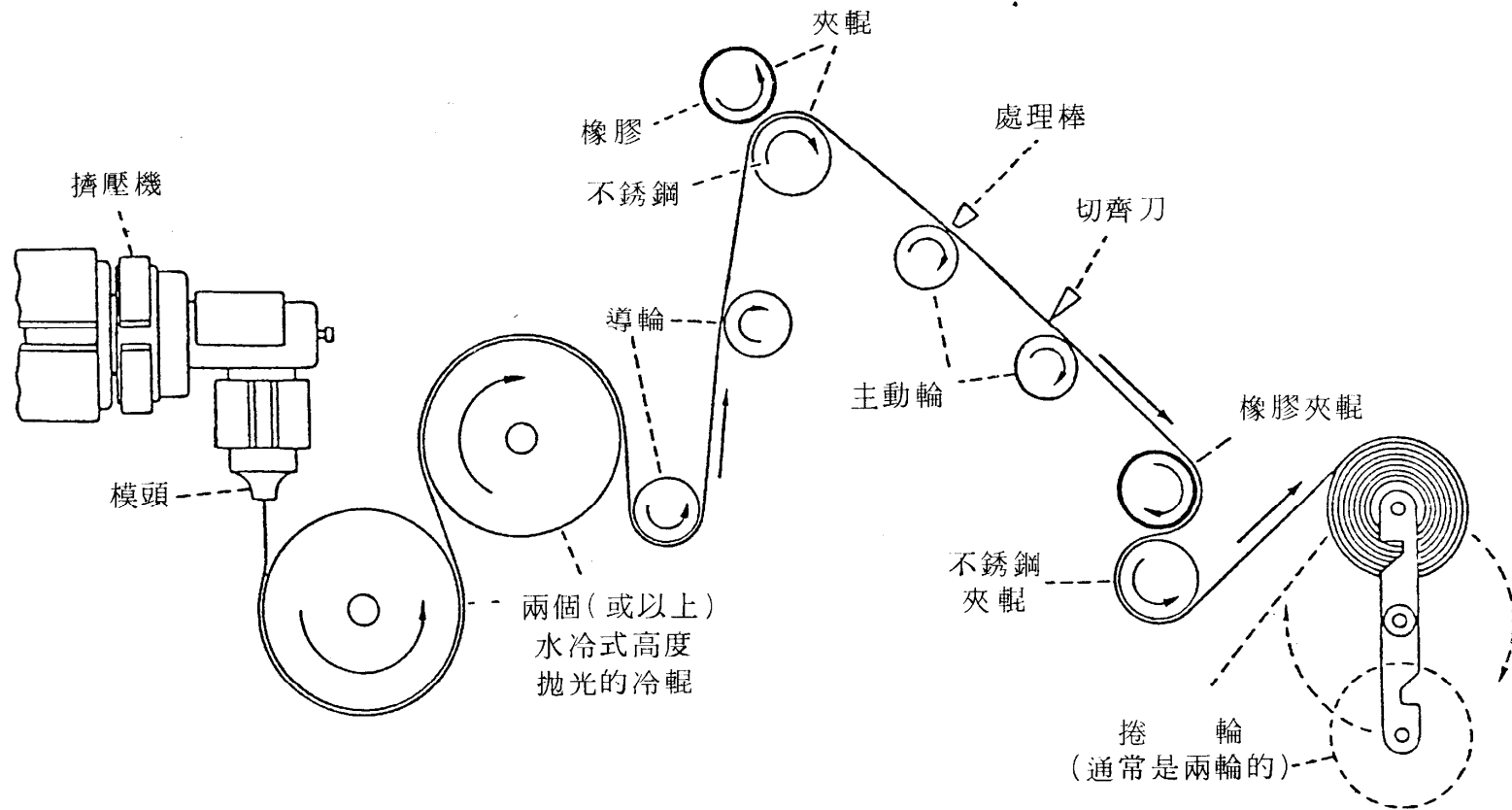
## 吹膜製程

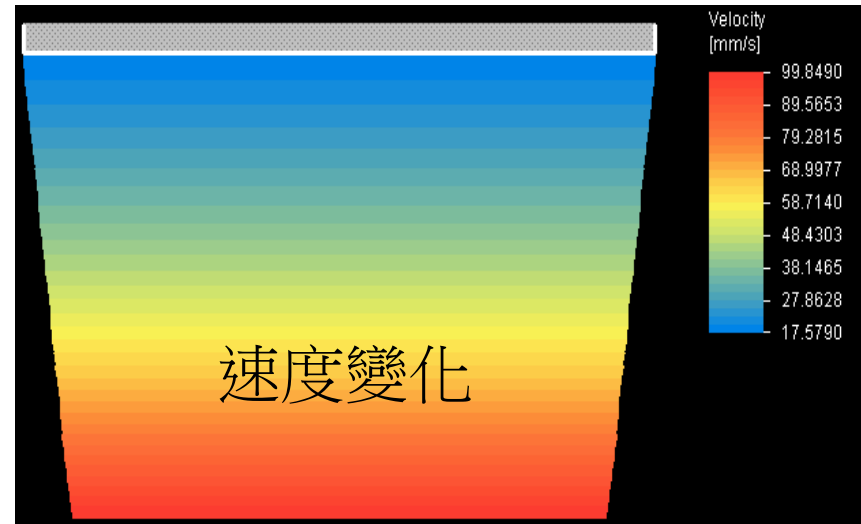
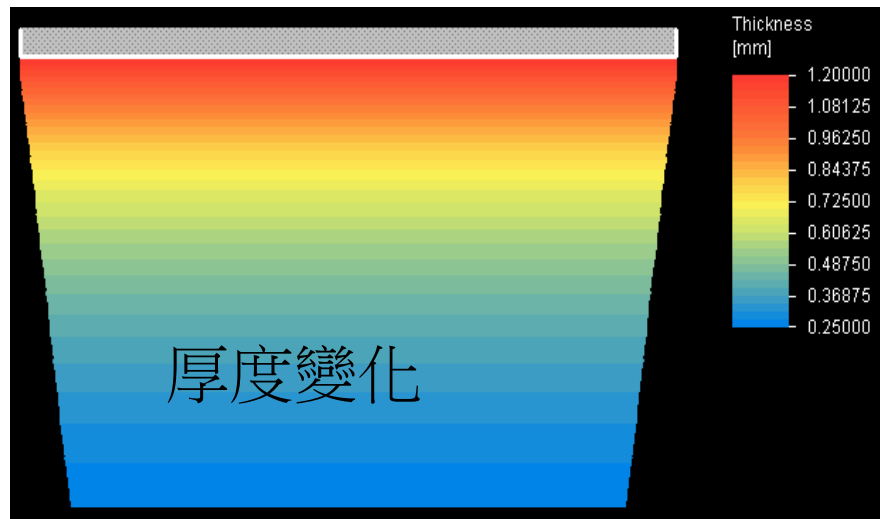


## Blown film process

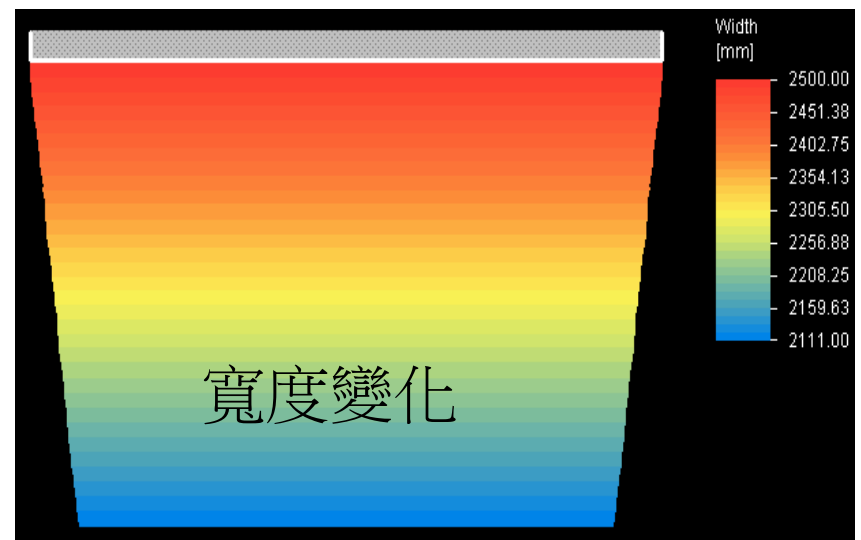
# 平膜押出製程

又稱流延法(casting)，熔膠由T-型模頭押出後，以氣刀輔助，與冷卻輥輪充份接觸進行冷卻，並由後續輥輪組捲取。

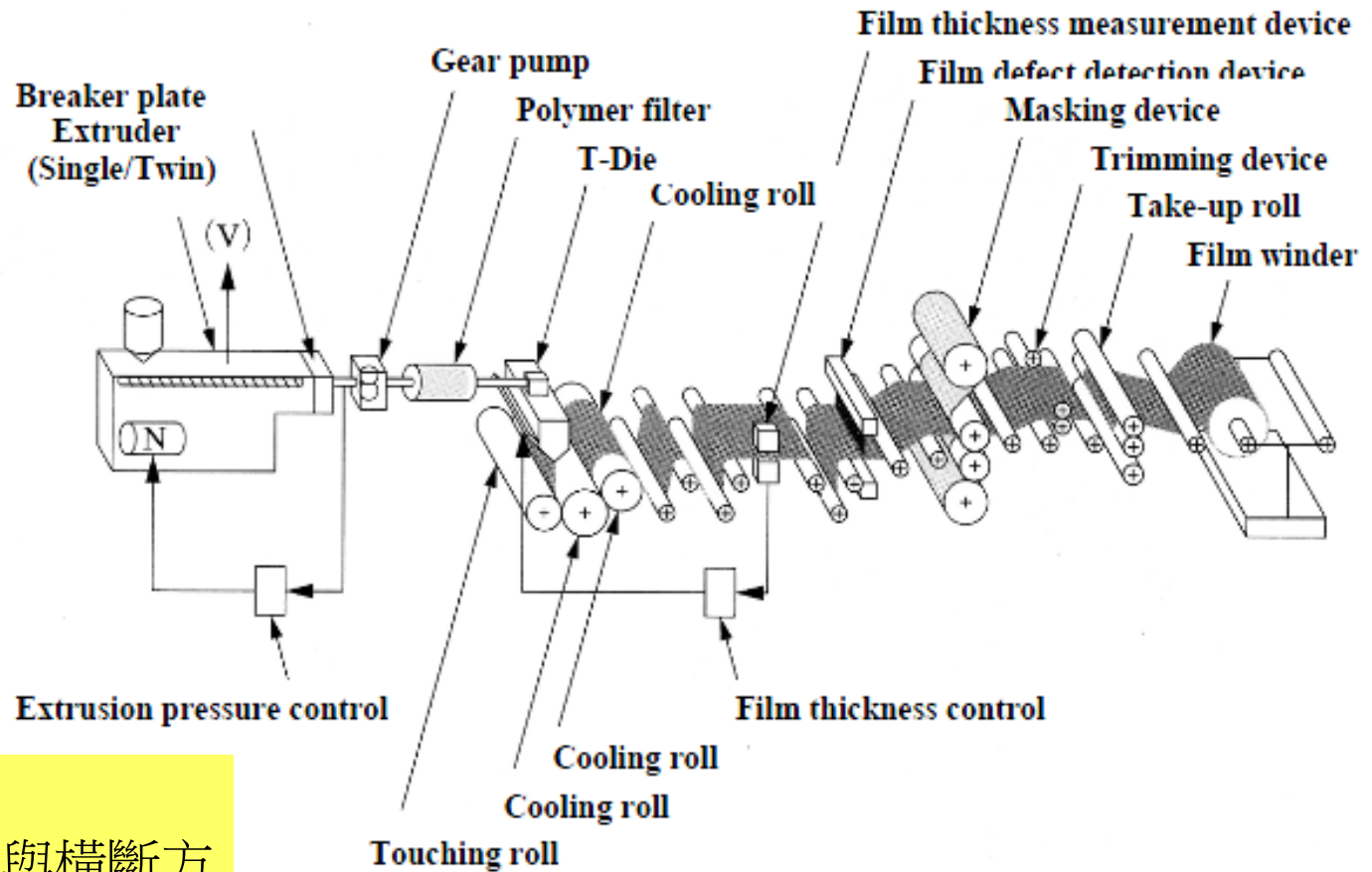




- 熔膠模頭出口押出，接觸滾輪逐漸冷卻，同時受滾輪引取，並藉由速度比之調整(引取速度/熔膠出口速度)控制產品最終厚度。
- 引取過程因縮頸現象，造成幅寬變小。由幅寬變化可作為模頭寬度設計的參考。



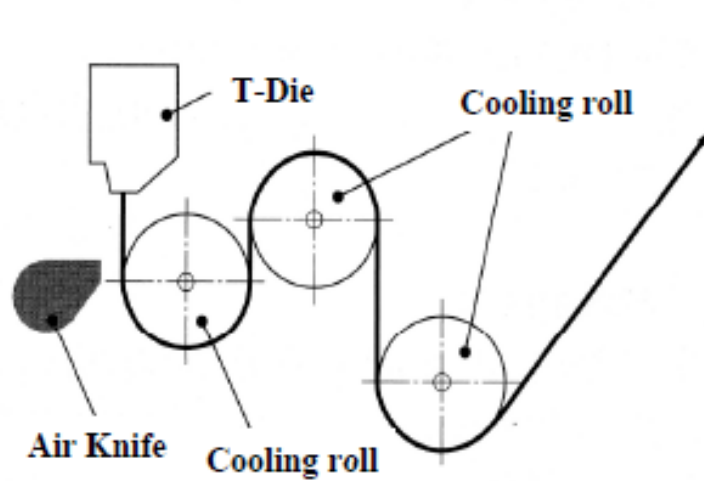
# 平膜製程的特性



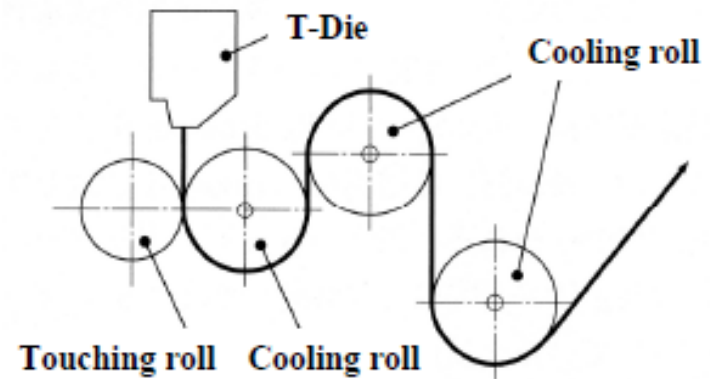
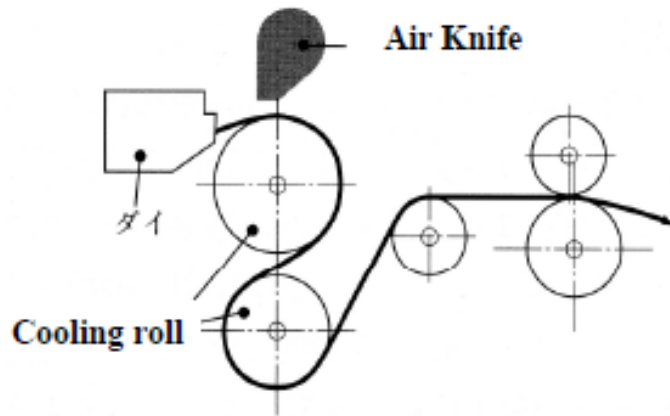
**Optical Film Extrusion Line**

- 單軸延伸
- 在拉伸方向與橫斷方向物性差異大

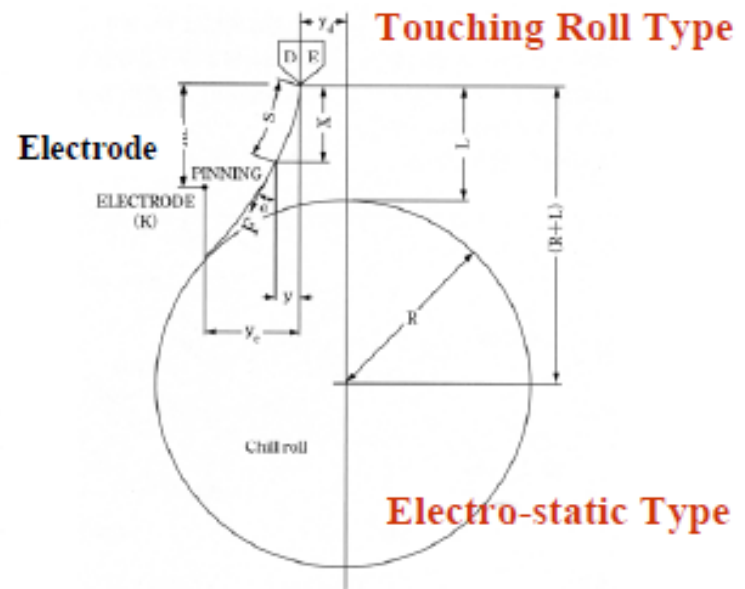
# 薄膜與輥輪的接觸方式



**Air Knife Type**

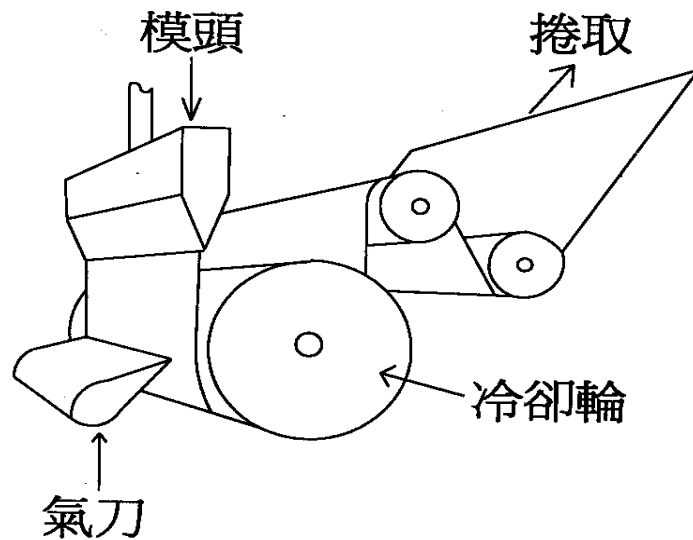


**Touching Roll Type**



**Electro-static Type**

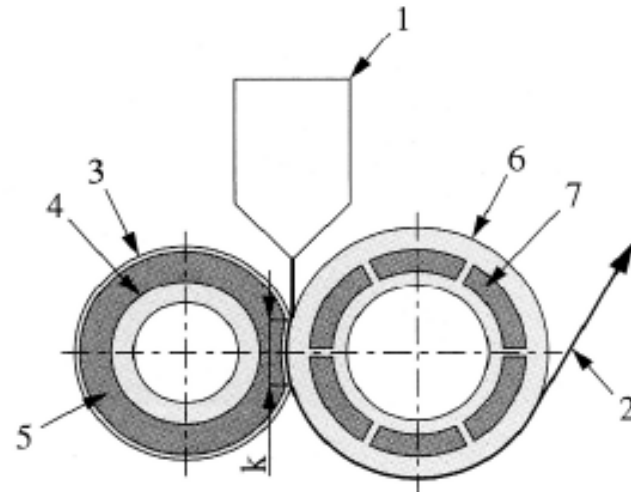
# 氣刀的作用



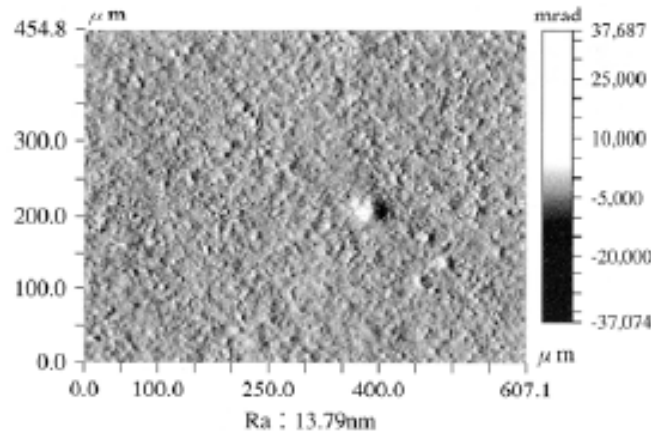
■ 熔膠由T-型模頭押出後，以氣刀輔助，與冷卻輥輪充份接觸進行冷卻，並由後續輥輪組捲取。

- 牽引速度在90m/min以上時，需要一個壓住裝置，在流延法中一般為氣刀。
- 氣刀吹出的空氣，壓住薄膜的位置必須在薄膜接觸輥輪之後。
- 氣刀吹出的空氣壓力必須平均，避免出向模頭，氣孔處不能有傷痕。
- 氣刀可以將被薄膜帶入的空氣擠出，使薄膜緊貼在輥輪。

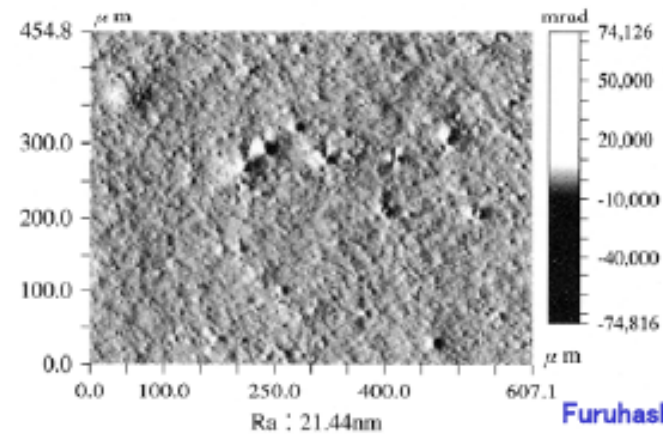
# 彈性輥輪對薄膜表面的影響



- 1. Die
- 2. Film/Sheet
- 3. Flexible roll(outer roll)
- 4. Roll inner structure
- 5. Cooling fluid
- 6. Metal roll (outer roll)
- 7. Cooling fluid
- k: Contact length**



**With flexible roll**

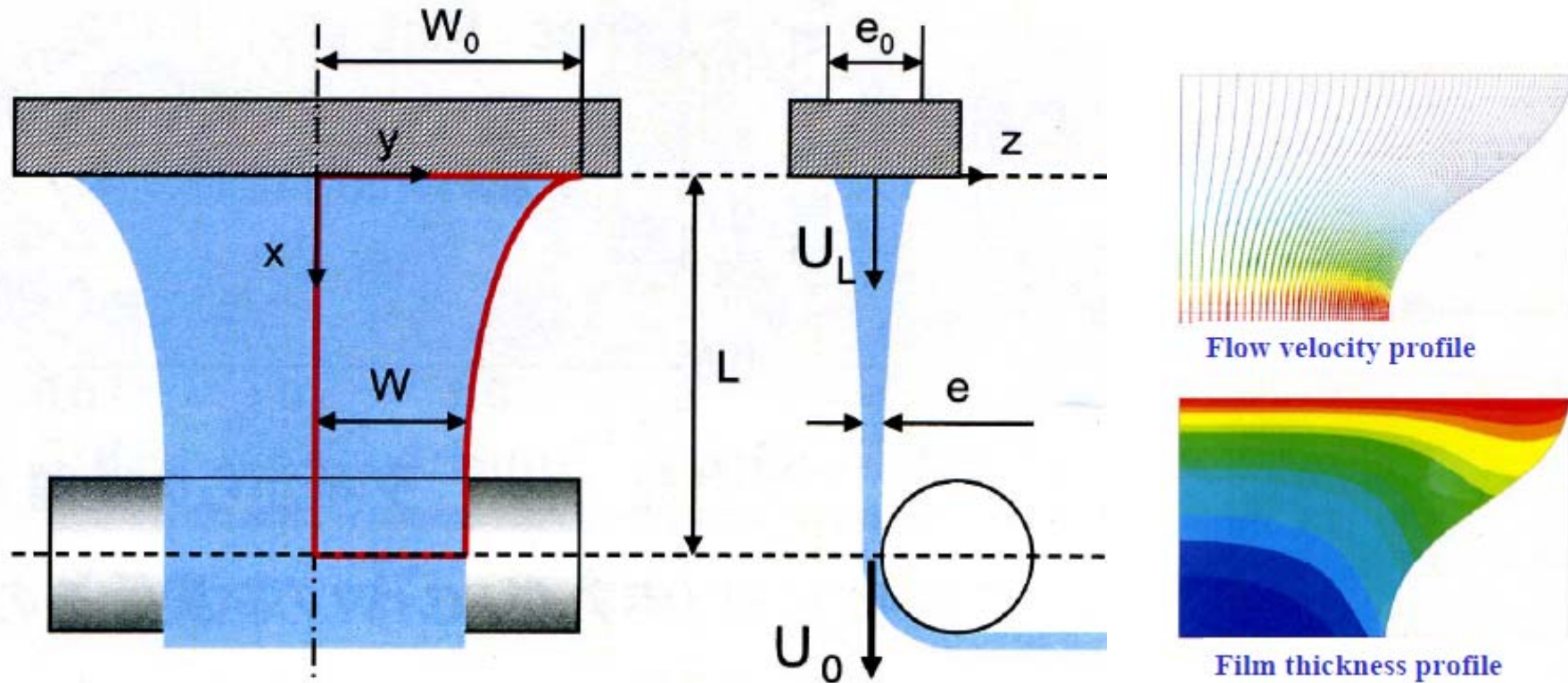


**Without flexible roll**

Furuhashi, et al,  
Plastics Age, Nov.  
P114, (2007)

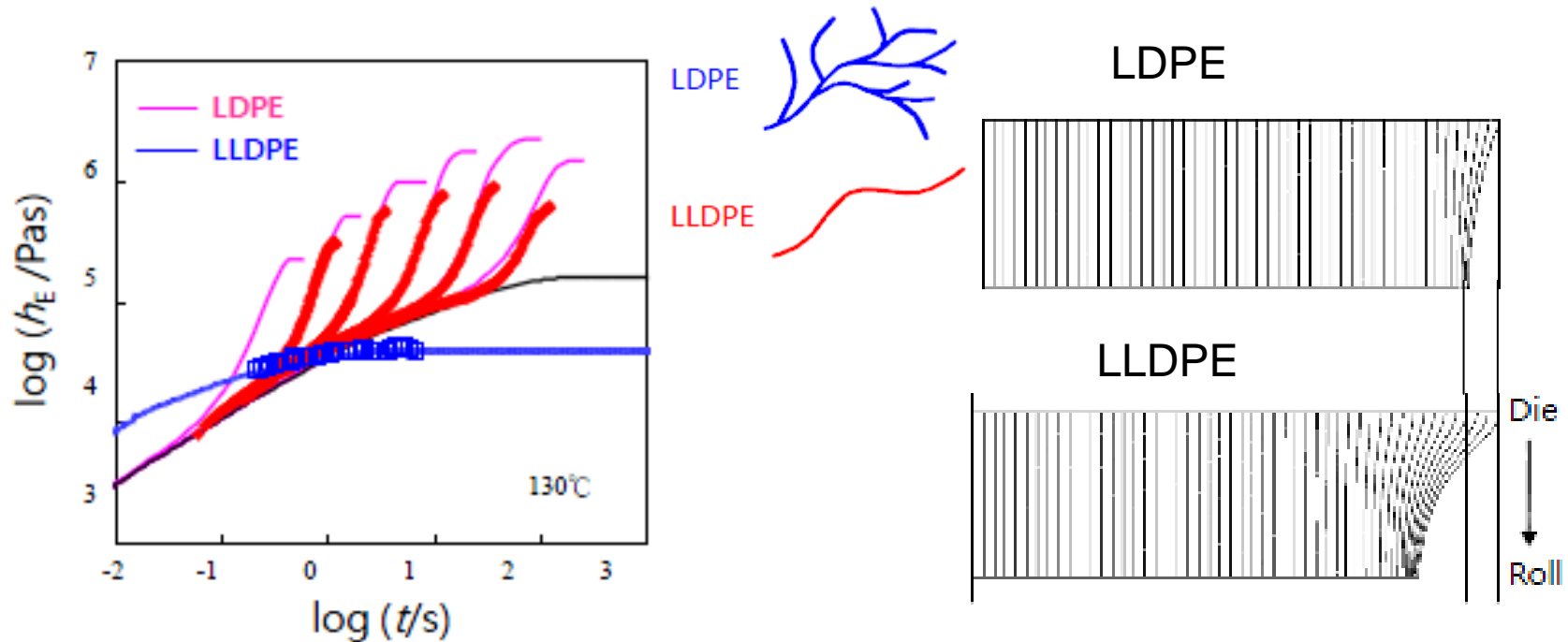


# 薄膜的縮頸現象



熔膠的彈性性質愈強 (Deborah number愈高的材料)，縮頸現象會減少，即 $(W/W_0)$ 會提高。

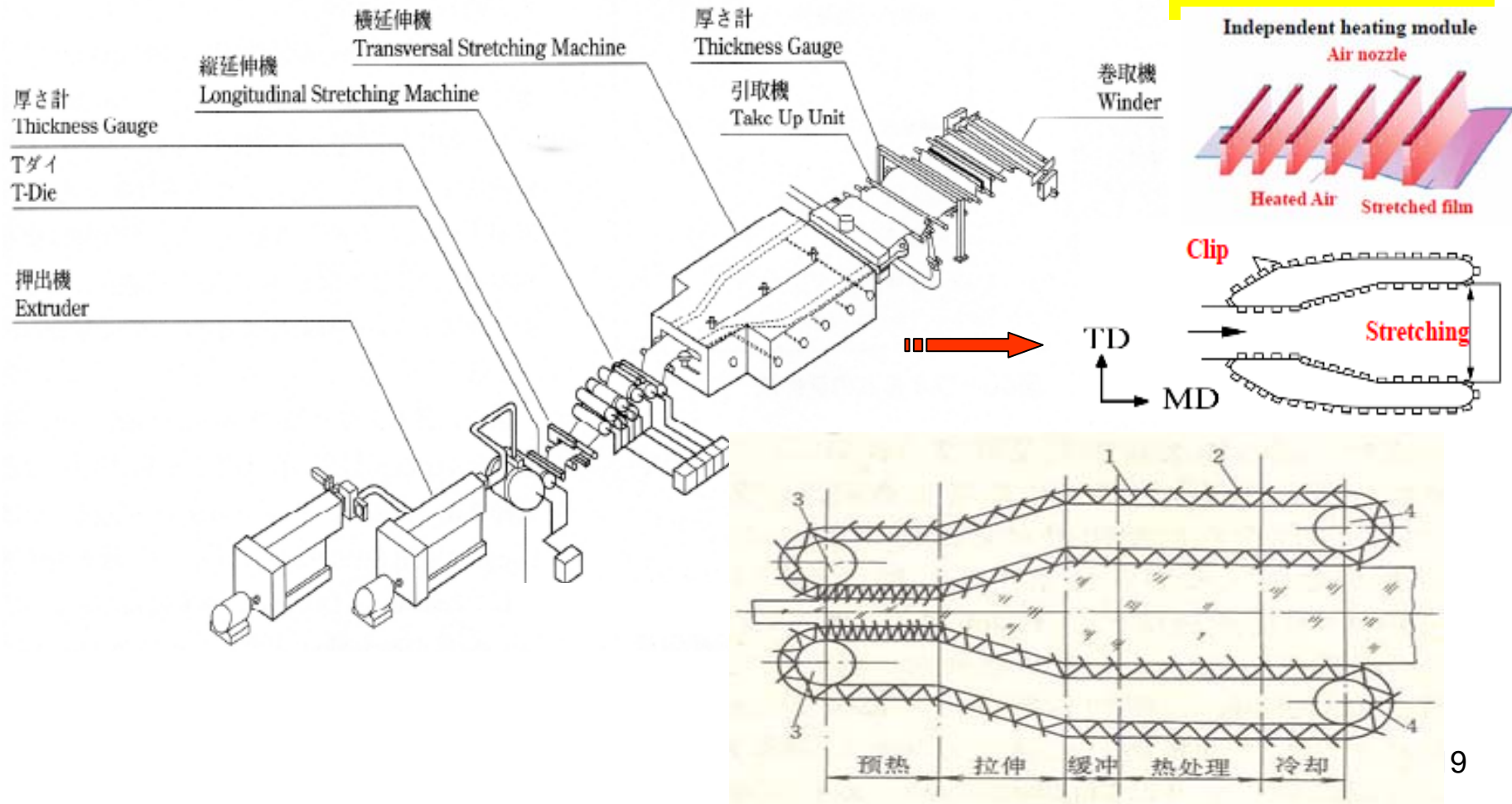
# 伸長黏度對縮頸現象的影響



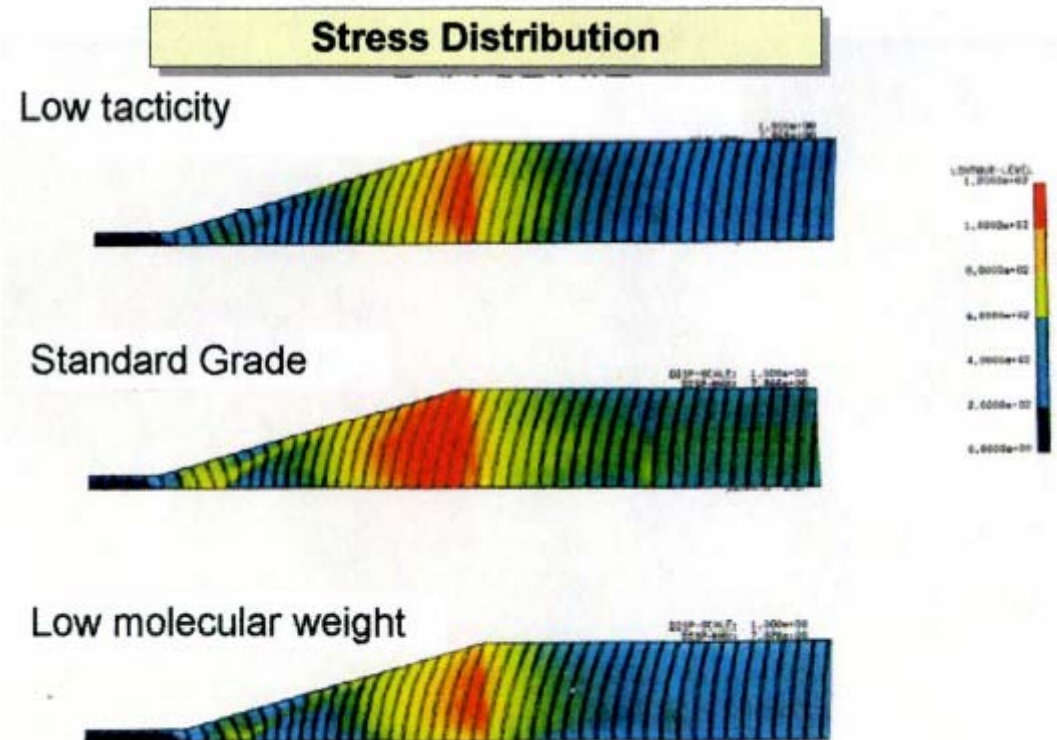
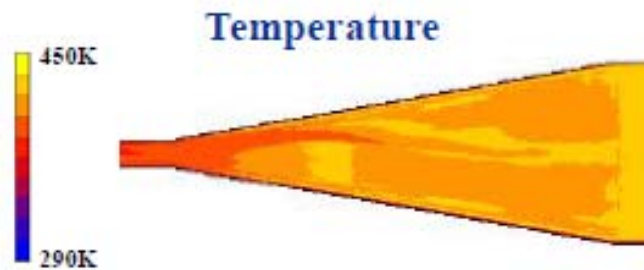
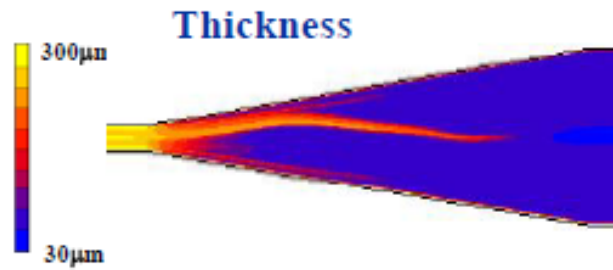
伸長黏度較高的材料，在伸長流動時伸長黏度會增加，即所謂的變形硬化性，**LDPE**的伸長黏度較高(因為側鏈較多)，因此在押出之後，受輾輪轉動延伸，伸長黏度會增加，硬化性高，故縮頸現象較小。

# Casting film的雙向延伸

- 可用斜向引取裝置進行二次延伸，使拉伸方向與橫斷方向物性差異縮小

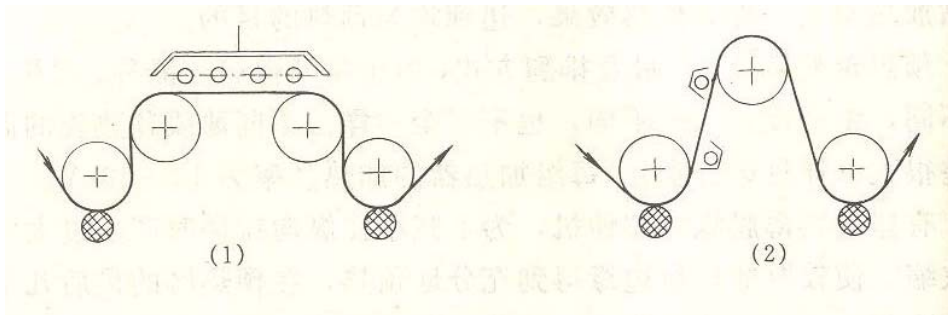
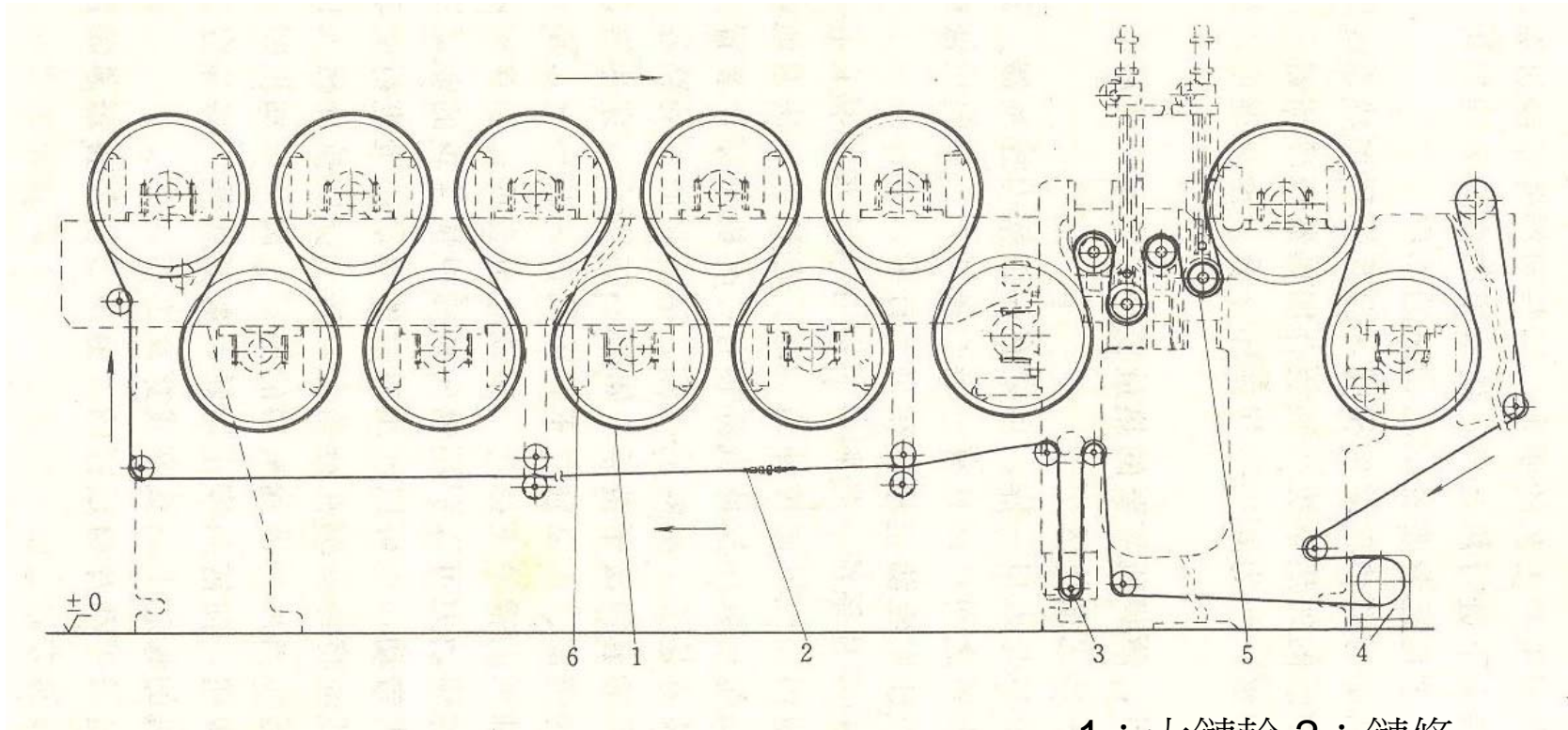


# 薄膜橫向延伸時的變化



T.Kanai, AWPP plenary lecture Nov. (Penang) (2009)

# 縱向延伸機系統示意圖



- 1 : 大鏈輪 2 : 鏈條
- 3 : 浮動式張緊器
- 4 : 電動機 5 : 小鏈輪
- 6 : 滾動輪

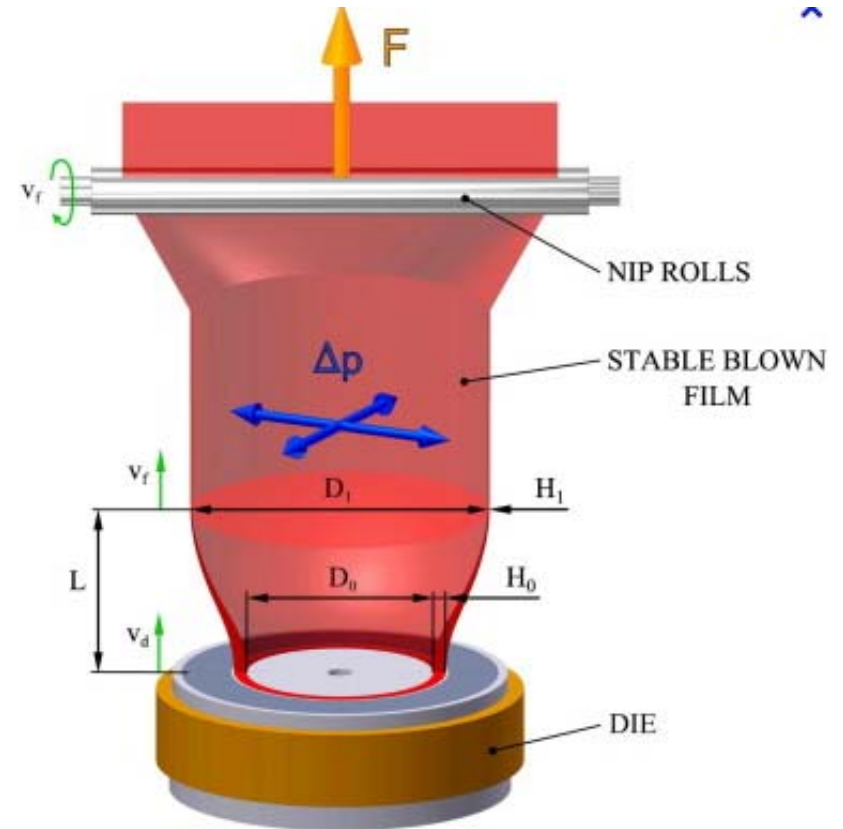
# BOPP薄膜與未拉伸PP膜之性能比較

項目		BOPP薄膜	未拉伸PP膜
拉伸強度/MPa	(MD)	> 120	~20
	(TD)	> 250	~40
斷裂延伸率%	(MD)	< 180	~600
	(TD)	< 65	~300
彈性模數/MPa	(MD)	1900~2500	600~900
霧度		1~2.5	2~4
熱收縮率 120±3°C、2min	(MD)	< 5	0
	(TD)	< 4	0
耐折曲壽命(次)		> 10000	
使用溫度°C		-50~120	0~120
氧氣穿透速率 g/m <sup>2</sup> /day/0.1mm/atm)		1.1~1.3	3.3
介電強度/(kV/mm)		130~200	30~110
體積電阻/(Ω.cm)		> 1.0e16	> 1.0e10

# 適用於BOPP的聚丙烯PP

- MI(g/10min)約2~4
- 等規聚丙烯佔95~97%，無規聚丙烯佔3~5%的均聚物，才適合生產雙向拉伸薄膜。前者結晶快、結晶度高，使薄膜機械性質提高，後者有利於配向、改善光學性能，但會降低機械性質。
- 用於生產薄膜的PP其數量平均分子量( $\overline{M}_n$ )約8500，重量平均分子量與數量平均分子量之比( $M_w / M_n$ )約4~4.5。此值愈小表示分子量分佈較窄，膜的拉伸強度愈高，但加工條件愈嚴苛，適度加寬分子量分佈，有助於加工成膜性。

# 吹膜製程介紹

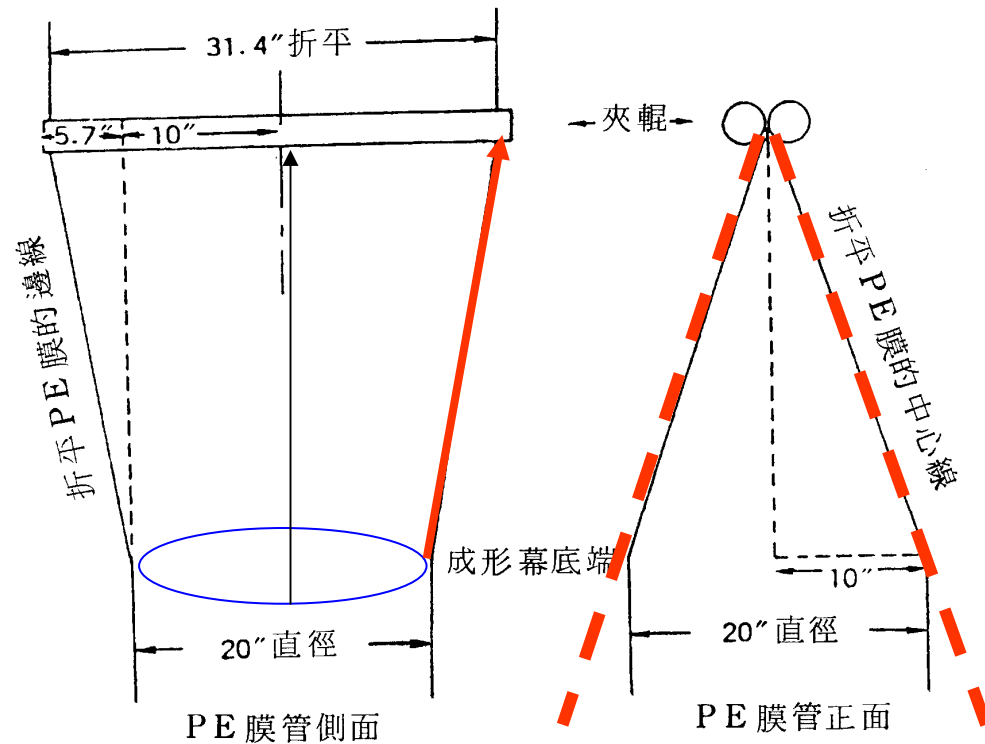


冷線高度： $L$   
吹袋比= $D1/D2$   
拉伸速度比= $Vf/Vd$



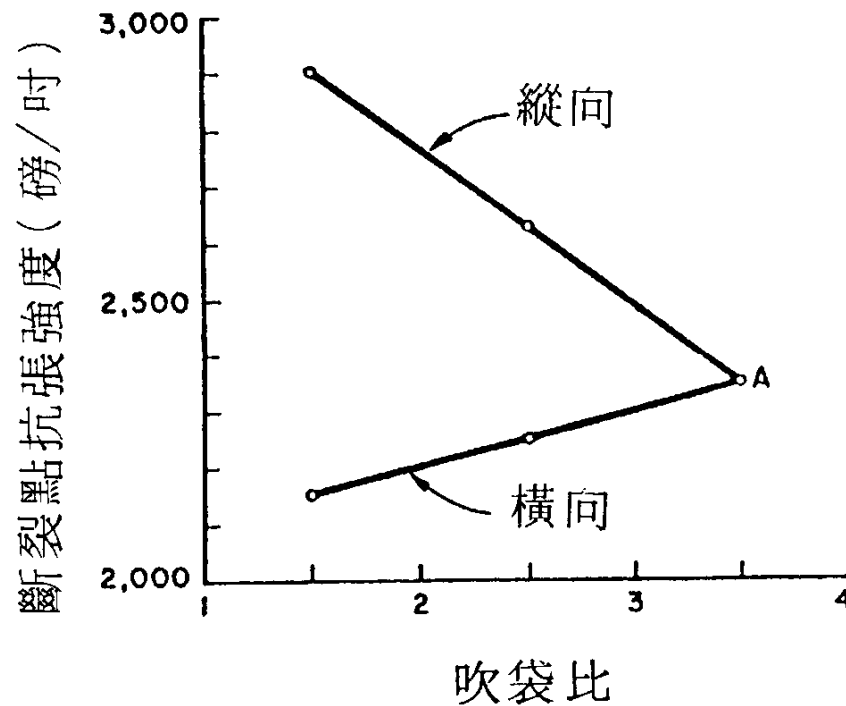
- 塑料經押出機塑化後，進入模頭，在模頭內先經螺型流道導引成圓形膜管之後，經模唇區押出成圓形膜管，經由膜管內的空氣吹脹、引取滾輪向上引取、外圍冷卻風的冷卻作用，而形成圓管狀的膠膜。
- 滾輪對膜管向上引取的速度( $V_1$ )與熔膠自模頭出口湧出的速度( $V_2$ )不同，一般拉伸速度比( $V_1/V_2$ )約為10~20倍，因此對膜產生強烈的拉伸，使膜的厚度變薄。
- 膜管的直徑與模頭出口直徑的比值稱為吹袋比，吹袋比一般約2~4，愈大則膜管直徑愈大。若吹袋比為1，表是沒有橫向延伸。
- 冷卻風量增加，膜管冷卻快，冷線低。反之亦然。冷卻快慢對膠膜的透明度及結晶成度會有影響。

# 膜管折平過程



- 折疊框角度小，薄膜較早碰觸折疊框，應避免薄膜尚未冷卻足夠，可能會因折疊框摩擦產生表面拖痕。
- 折疊框角度大，薄膜從圓形急速被滾輪夾平，由於每一點移動距離不一，容易產生皺紋。

# 膜的雙軸強度比較



■吹袋比愈大，則橫向強度增加。

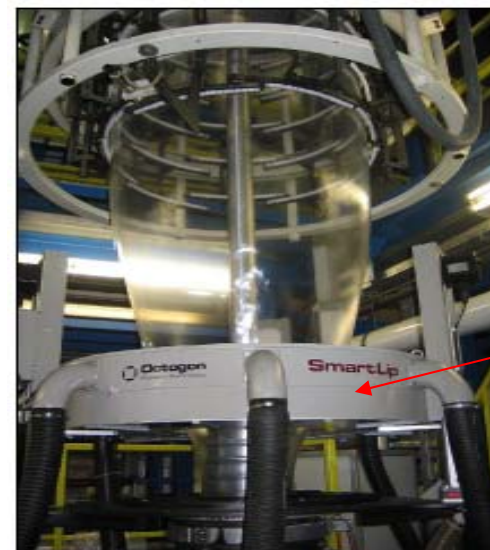
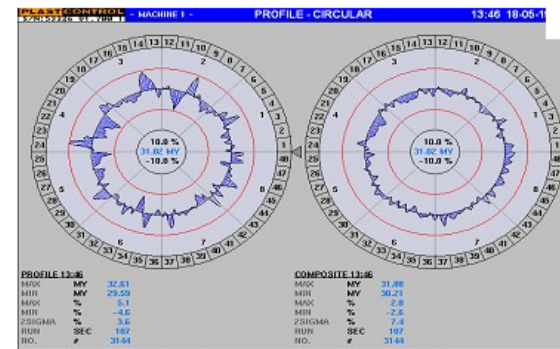
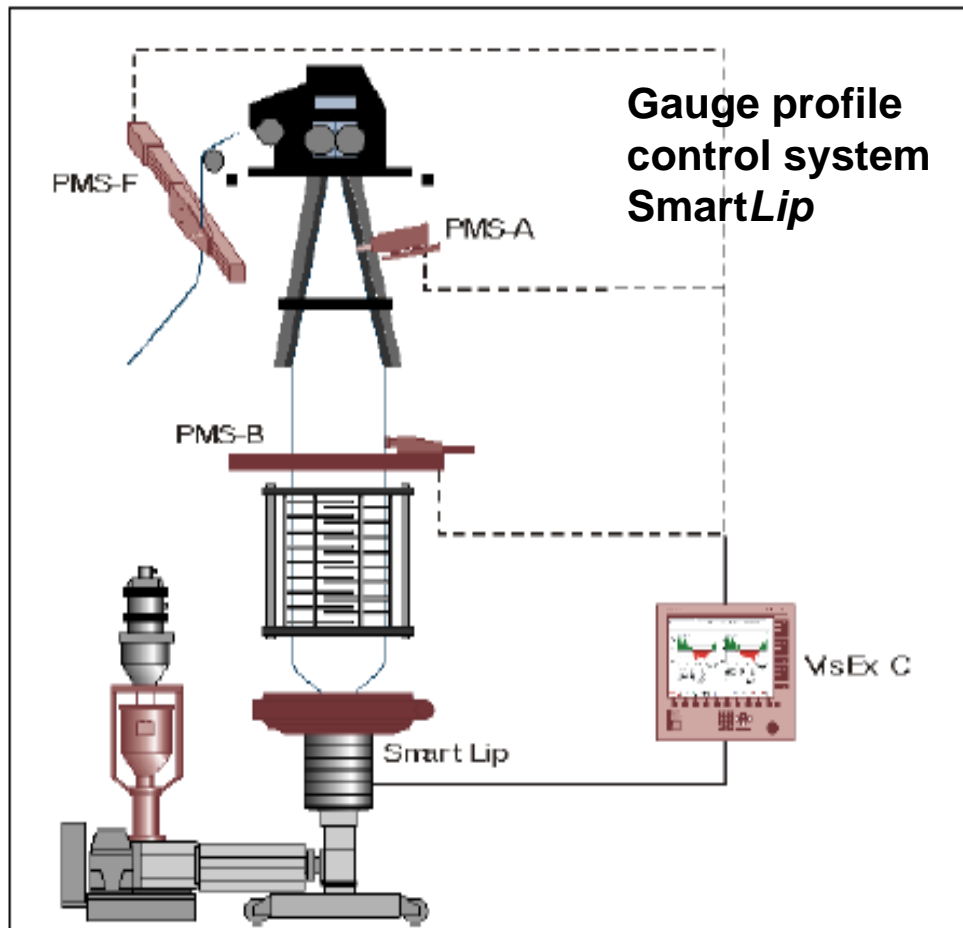
■吹袋比愈小，則縱向強度增加。

■配合拉伸速度，適當地調整吹袋比，可以得到橫向強度和縱向強度較一致的薄膜。

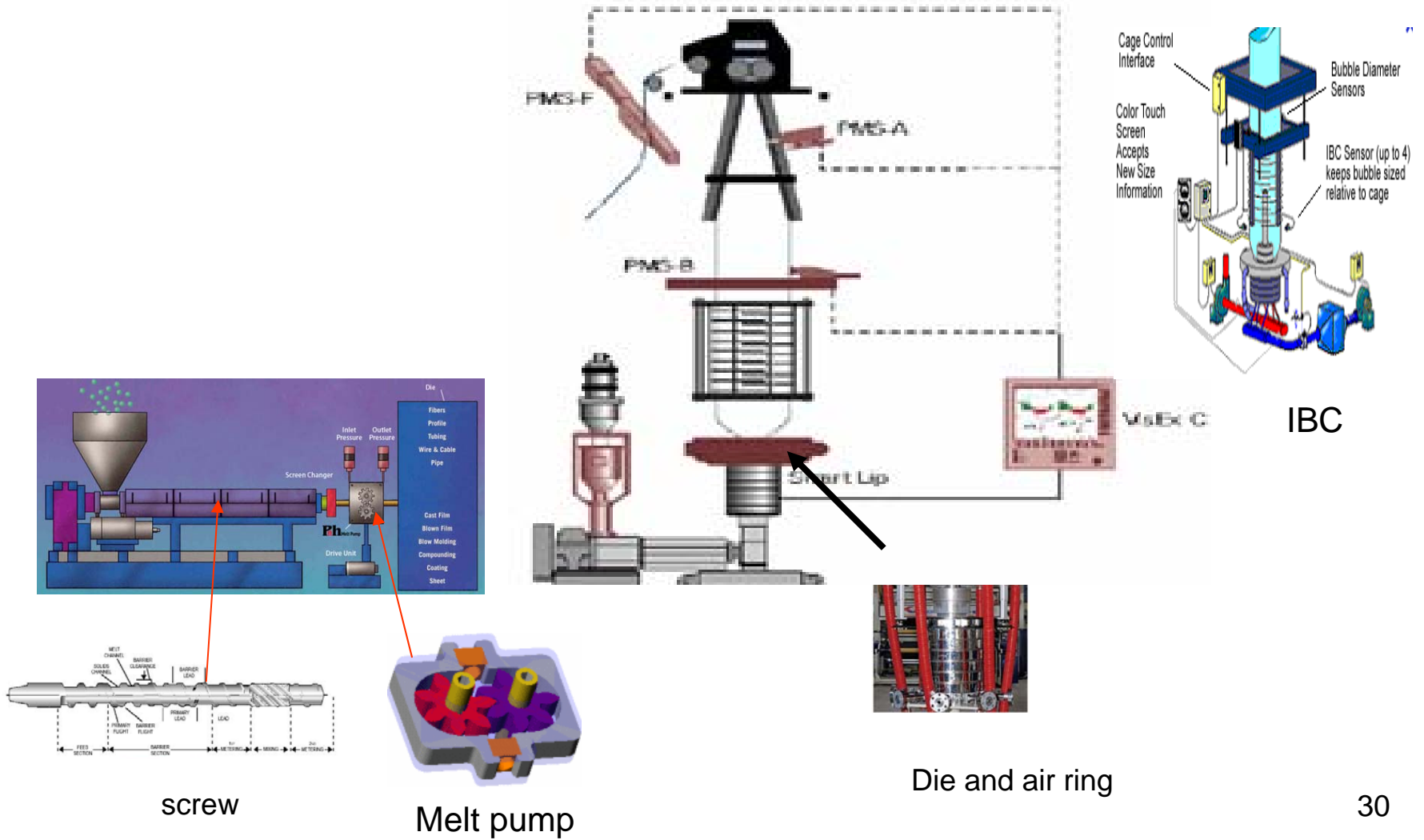


# 膜厚自動監測系統

利用膜厚自動監測及風環風量及溫度的自動調整，來修正薄膜厚度，達到厚度均勻( $\pm 3\%$ )的目標。



# 薄膜吹製製程優化調整



screw

Melt pump

Die and air ring

# 結束

[http://godplace.myweb.hinet.net/tw/htm/06\\_info.htm](http://godplace.myweb.hinet.net/tw/htm/06_info.htm)