



應用說明： 使用 FORTiS™ 光學尺減少空氣吹驅

節能高達 91%

在線性光學尺中使用空氣吹驅有助於提升其可靠性，但在工具機的生命週期內持續提供所需的乾燥、潔淨壓縮空氣，卻會消耗大量能源；這將對光學尺的整體擁有成本及整個生命週期的碳足跡產生影響。

為何要在線性光學尺中使用空氣吹驅？

使用空氣吹驅有助於提升線性光學尺的密封性能。當污染物開始滲透密封條時，空氣吹驅在柵尺殼體內形成的正壓可將其有效排出，進而防止液體或顆粒類污染物侵入。

此外，空氣吹驅還能防止因工具機關閉後柵尺殼體冷卻而產生的「吸入效應」，避免混濁空氣進入光學尺並抑制冷凝現象。這一層防護機制在工具機的生命週期內具有重要意義，尤其是在密封條因磨損、割裂或冷卻液中強腐蝕性化學物質引致硬化而受損時，依然能保持良好的防護效果。

如果污染物已進入柵尺殼體，空氣吹驅同樣可以幫助將其排出。如圖 1 所示，一台被刻意注滿油液的 FORTiS 光學尺接入壓力為 1 bar (0.1 MPa) 的空氣吹驅系統。

隨後油液被持續排出，直至訊號強度恢復，光學尺重新正常運作。

對於遭受水性污染的光學尺，使用乾燥潔淨空氣進行吹驅也能達到類似效果。空氣吹驅帶來的這些優點，有助於確保工具機在各種嚴苛環境下依然能夠長期穩定運作。

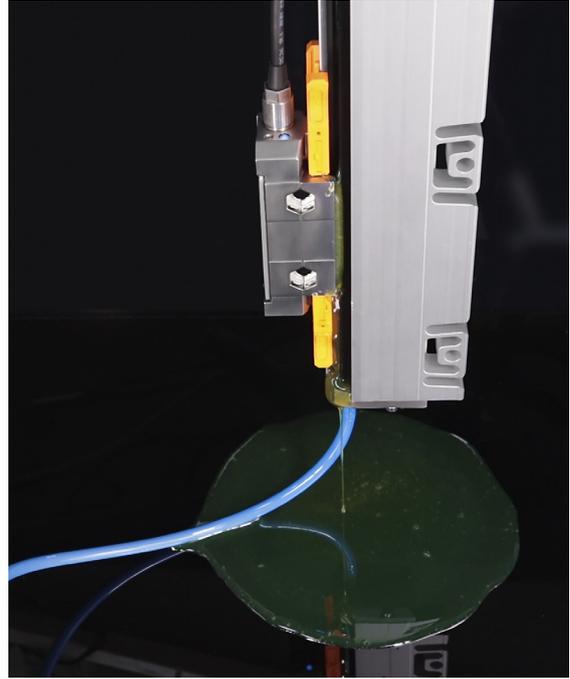


圖 1. 空氣吹驅系統將油液從預先注油的 FORTIS 光學尺中排出。

使用空氣吹驅有哪些選擇？

使用空氣吹驅並非只有單純的「開啟」或「關閉」這兩個簡單選項，更理想的做法是根據工具機各個軸的情況，制定最佳的空氣吹驅的策略。

FORTiS 光學尺採用了獨特的 DuraSeal™ 密封材料，能更緊密地包覆讀頭葉片；相比同類產品，該設計可在確保有效密封的同時，大幅降低對空氣吹驅流量和壓力的要求。

對於污染風險較高的軸向，尤其是在加工高磨損性材料的工具機上，建議使用 1 bar (0.1 MPa) 的淨化空氣壓力，以確保密封效果。

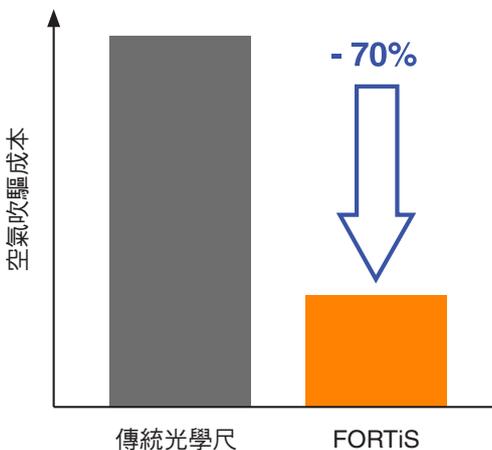


圖 3. 與其他封閉式光學尺相比，FORTiS 光學尺的氣體消耗更少。

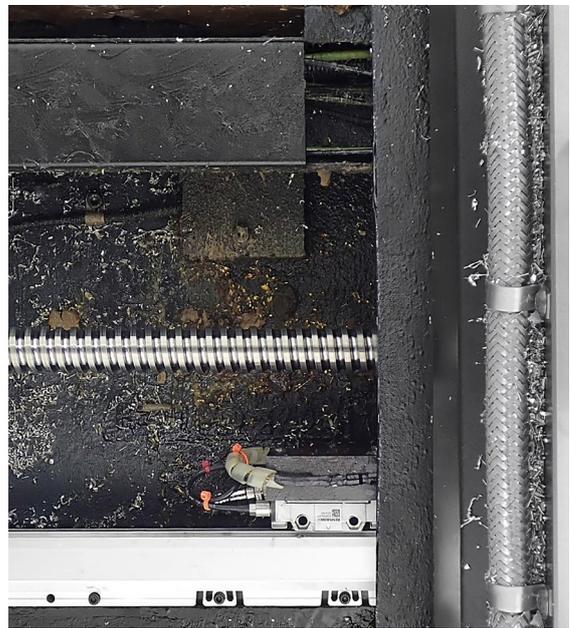


圖 2. 即使配有防護蓋，線性光學尺仍可能暴露在顆粒物、油脂和冷卻液等污染物中。

然而，在許多工具機上，光學尺通常安裝位置較高，或離加工區域相對較遠，這種情況下，其整個使用壽命期間中受汙染的風險將明顯降低。

因此可以採用低流量空氣吹驅策略，進而節省空氣使用量。實施低流量空氣吹驅的方法非常簡單：首先，確定哪些光學尺適合在較低空氣壓力下運作；然後，只需調低空氣篩檢程式調節閥處的壓力，並檢查光學尺處的實際壓力即可。



圖 4. 即使在極端工況下，為光學尺提供空氣吹驅也能有效防止汙染物進入柵尺殼體。

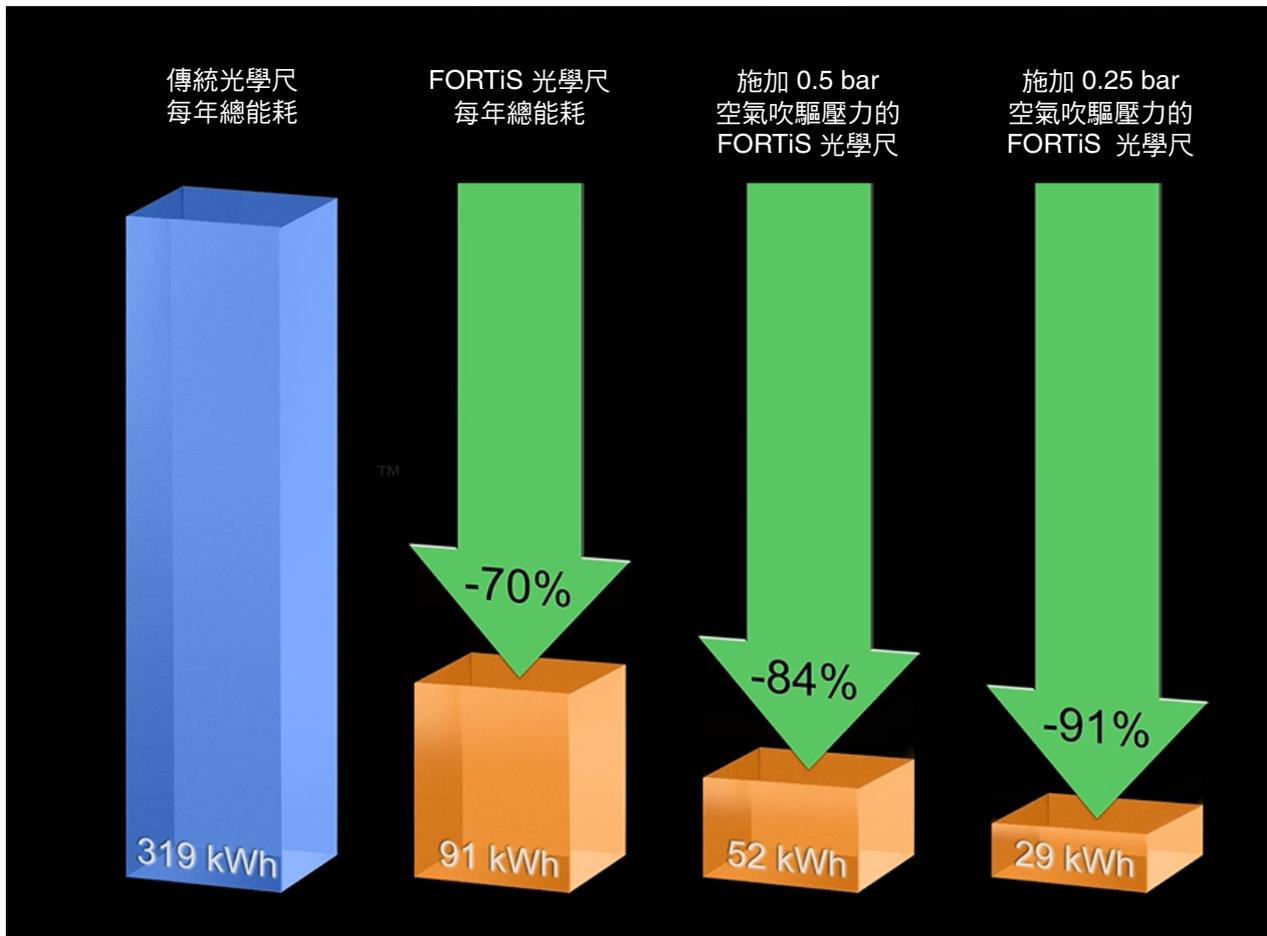


圖 5. DuraSeal™ 密封條可使空氣吹驅消耗量減少 70%。採用「低流量」空氣吹驅策略，有助於進一步降低成本。

可以實現哪些節能效果？

FORTiS 光學尺採用更緊密的密封設計，所需的空氣吹驅流量可從 7-10 升／分鐘降至 2 升／分鐘。因此，僅透過將同類光學尺產品更換為 FORTiS 光學尺，即可節省 70% 至 79% 的能耗（還能減少碳排放）。

此外，若進一步採用「低流量」空氣吹驅策略，還可獲得額外節能效果。當空氣吹驅壓力設定為 0.5 bar（0.05 MPa）時，節能幅度可提升至 84% 至 89%；若將壓力進一步降低至 0.25 bar（0.025 MPa），節能幅度最高可達 91% 至 94%。

	同類產品 A	同類產品 B	FORTiS， 採用 1.0 bar 空氣吹驅壓力	FORTiS， 採用 0.5 bar 空氣吹驅壓力	FORTiS， 採用 0.25 bar 空氣吹驅壓力
光學尺 耗電量 (kWh)	7.7	6.16	7	7	7
空氣吹驅系統 耗電量 (kWh)	446.7	312.7	89.3	44.7	22.3
總耗電量 (kWh)	454.4	318.8	96.3	51.7	29.3
相較 A 品牌的 耗電量降低 (%)		30%	79%	89%	94%
相較品牌 B 的 能耗降低 (%)			70%	84%	91%

備註：

- 上述例子展示的是年度能原消耗的情況。假設工具機上的光學尺每天運作兩個班次，每班 8 小時，每年運作 350 天；空氣吹驅則全年 365 天、每天 24 小時持續開啟。
- 光學尺每天運作兩個班次，每班 8 小時，每年共運作 350 天。
- 光學尺的耗電量基於製造商規格書中發佈的 5V 電源電壓下的功耗參數，並按備註 1 和備註 2 中的年使用時間計算得出。
- 空氣吹驅的流量（7-10 升／分鐘）依據製造商規格書中關於淨化空氣使用量的參數。
- 空氣吹驅的耗電量基於年用氣量計算，這是依據製造商規格書中所標示的氣體流量參數。空氣吹驅全年 365 天、每天 24 小時以 1 bar（0.1 MPa）的壓力持續開啟。
對於 FORTiS 光學尺，空氣吹驅流量為 2 升／分鐘，年用氣量為： $0.002 \text{ m}^3/\text{分鐘} \times 60 \times 24 \times 365 = 1051 \text{ m}^3/\text{年}$ 。根據製造商規格書，A 品牌光學尺的空氣吹驅流量為 10 升／分鐘，因此年用氣量為： $0.01 \text{ m}^3/\text{分鐘} \times 60 \times 24 \times 365 = 5256 \text{ m}^3/\text{年}$ 。根據製造商規格書，B 品牌光學尺的空氣吹驅流量為 7 升／分鐘，因此年用氣量為： $0.007 \text{ m}^3/\text{分鐘} \times 60 \times 24 \times 365 = 3679 \text{ m}^3/\text{年}$ 。
- 為計算上述年用氣量所需的能耗，採用了代表性數值 $0.085 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$ ，該數值為壓縮機在 15°C 環境下，依據 ISO 2533 標準，將空氣壓縮至 1.0 bar（0.1 MPa）絕對壓力時，提供 1 標準立方米壓縮空氣所需的典型能耗。

什麼時候可以使用「低流量」空氣吹驅？

是否可以使用「低流量」空氣吹驅，應根據光學尺在工具機中所面臨的汙染風險進行評估。評估時應考慮以下因素：

1. 光學尺在工具機中的安裝位置。
2. 工具機加工區域與光學尺之間的防護或密封程度。
3. 工具機所加工的材料類型。
4. 特定製程所需的冷卻液用量。

光學尺的位置對其所受汙染程度有顯著影響。通常來說，工具機體積越大，光學尺越遠離加工區域，受到的汙染也越少。

針對不同類型的工具機，改善空氣吹驅流量與壓力的方法也有所不同，具體改善方案請見下文：

立式加工中心

在傳統的緊湊型立式加工中心（VMC）中，光學尺通常安裝在可伸縮的不銹鋼防護罩後方，位置非常接近加工區域。防護罩能夠有效阻擋噴濺的冷卻液或飛散的切削碎片／碎屑直接接觸光學尺。然而，經過一段時間的操作後，汙染物（尤其是顆粒類）仍可能逐漸越過防護罩，進入光學尺周圍區域。

在此類應用中，顆粒汙染難以完全隔絕，因此光學尺必須具備在汙染環境下穩定運作的能力。在這種情況下，建議使用 0.5 至 1 bar（0.05 至 0.1 MPa）的淨化空氣壓力；若需要加工如鑄鐵、陶瓷、玻璃或複合材料等高磨損性材料，則應使用 1 bar 的淨化空氣壓力。

對於大型立式加工中心，X 軸和 Y 軸方向的光學尺通常安裝在工具機較高的位置，遠離加工區域。因此，對於這些光學尺可以使用 0.25 至 0.5 bar（0.025 至 0.05 MPa）的空氣吹驅壓力。



臥式加工中心

在臥式加工中心中，空氣吹驅的壓力應依據工具機的結構配置進行合理設定。特別是對於 Z 軸來說，光學尺可能安裝在工作台下方，此位置不僅更換困難，也更容易受到汙染；也可能安裝在工具機內部較高的位置，此時光學尺更易於更換，且暴露於汙染物的風險明顯降低。

X 軸和 Y 軸方向的光學尺通常處於防護良好的位置，汙染風險較低，但在某些機型中，X 軸線性光學尺也可能安裝在工作台下方。

當 Z 軸或 X 軸線性光學尺位於工作台下時，建議使用 0.5 至 1 bar（0.05 至 0.1 MPa）的空氣吹驅壓力；而當其安裝在工具機內較高的位置時，空氣吹驅壓力可適當降低至 0.25 至 0.5 bar（0.025 至 0.05 MPa）。



CNC 刀具磨床

在 CNC 刀具磨削應用中，工具機的整體佈局大致類似於緊湊型立式加工中心（VMC）。此類應用通常使用大量冷卻液，且磨削過程中會產生極其堅硬且具有高磨損性的顆粒污染物。因此，在大多數情況下，建議使用 1 bar (0.1 MPa) 的空氣吹驅壓力。

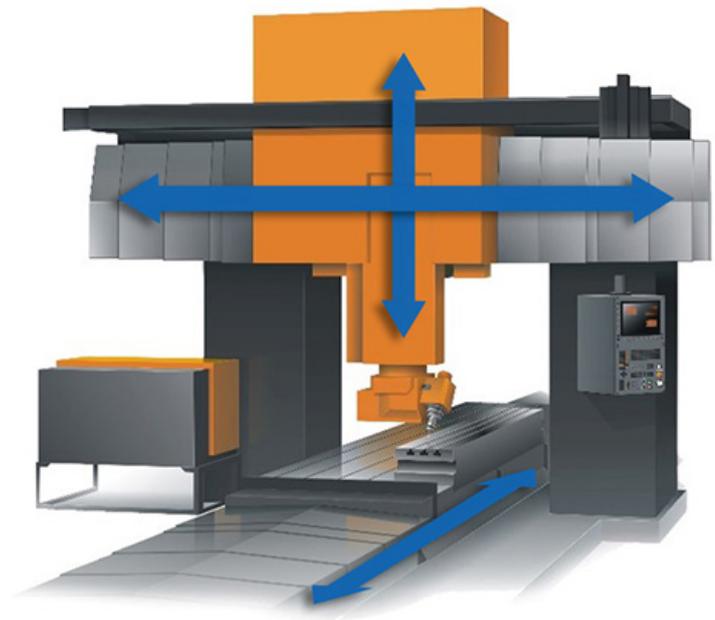


車床與外圓磨床

在車床與外圓磨床等應用中，線性光學尺通常安裝在靠近加工區域的位置，因此更容易受到汙染。對於大多數此類應用，建議使用 0.5 至 1 bar (0.05 至 0.1 MPa) 的空氣吹驅壓力。在選擇合適的壓力時，應綜合考慮光學尺的安裝與維護便利性、冷卻液的使用量以及被加工材料的磨損性。

大型工具機

在龍門加工機和立式車床（VTLV）等大型工具機中，由於線性光學尺通常安裝在遠離加工區域的位置，因此其受到汙染的風險相對較低。在此類應用中，可使用 0.25 至 0.5 bar (0.025 至 0.05 MPa) 的空氣吹驅壓力。

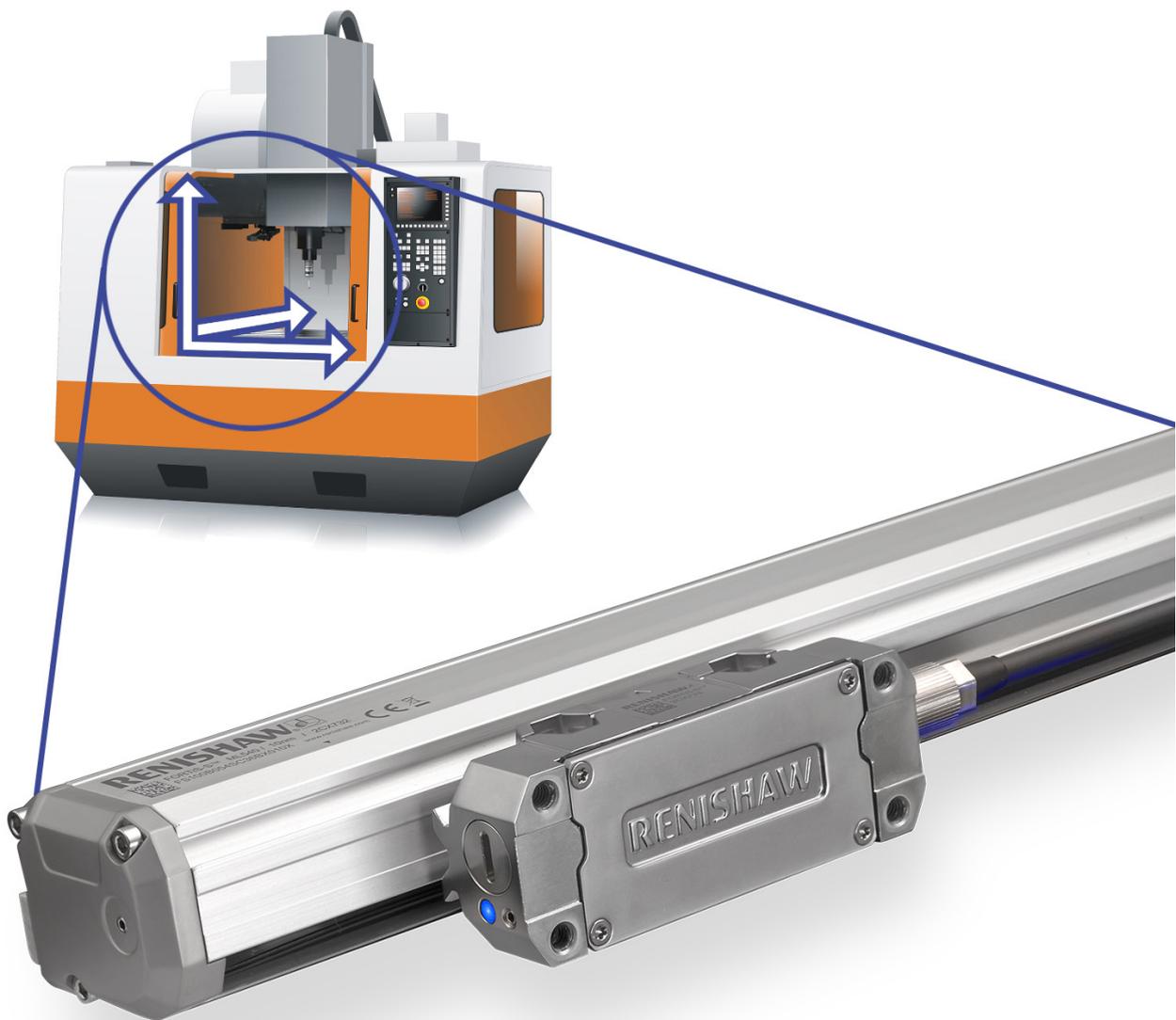


其他節能方案

許多工具機並非全天候運作（每週 7 天、每天 24 小時）。在停機期間，空氣吹驅系統通常仍保持開啟，以維持柵尺殼體內部的正壓狀態，進而防止冷凝水積聚，並避免工具機冷卻時產生的「吸入效應」。

對於配備 FORTiS 光學尺的工具機，可在夜間、週末或工廠停產期間將空氣吹驅壓力調低至 0.25 bar（0.025 MPa），以有效防止上述問題，同時節能。

在某些工具機中，大多數線性光學尺的軸向已具備良好的防護性能，但某些軸向仍可能處於汙染風險較高的區域。此時，可在空氣過濾元件上加裝一個額外的調節閥，使高風險光學尺軸向維持 1 bar（0.1 MPa）的空氣吹驅壓力，而其他低風險軸向則可使用較低的壓力，進而實現更高效的氣源管理與節能。



結語

FORTiS 封閉式線性光學尺具備卓越的密封性能，為工具機應用提供更好的淨化空氣防護。

這種「低流量」供氣方式不僅明顯降低了壓縮空氣的消耗，進而有效減少相關能源成本，同時也保持了空氣吹驅系統在長期運作中的可靠優勢。

線性光學尺廣泛應用於各類 CNC 工具機，而每種工具機類型又存在多種配置形式。歡迎聯繫 Renishaw，探討您的應用需求。



www.renishaw.com/fortis-sustainability



#renishaw

+886 (4) 2460 3799

taiwan@renishaw.com

© 2025 Renishaw plc 保留所有權利。RENISHAW® 及測頭符號為 Renishaw plc 註冊商標。Renishaw 產品名稱、標示及其「apply innovation」標誌為 Renishaw plc 或其子公司註冊商標。其他品牌、產品或公司名稱則為各自所有者之商標。Renishaw plc 於英格蘭及威爾斯註冊登記。公司編號：1106260。

註冊辦公室：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。

儘管本公司於發布本文件時已盡相當努力驗證其正確性，惟在法律允許範圍內，本公司概不承擔以任何方式產生之擔保、條件、聲明及賠償責任。

文件編號：PD-6517-9105-01-A