



**Steffen Hartmann**  
**Recyclingtechnologien**  
真空蒸發設備



# 乾淨蒸發

## 使用 IO-Link 進行高效的工業水處理

真空蒸發是處理冷卻劑等工業廢水的合適方法。真空蒸發設備將水與污染物分離並進行處理以供再利用。智慧感測器確保低維護、經濟高效的運作。

在許多工業流程中，液體經過處理後可再次利用，確保低碳足跡並降低處置成本。一個常見的例子是工具機中使用的冷卻劑乳液的處理。除了機械清潔外，廢油還必須與水分離。位於德國哈次地區 Thale 的公司 Steffen Hartmann Recycling-technologien GmbH 專門從事廢水處理設備 (包括真空蒸發設備) 的開發和製造。

在沸騰室中，受污染介質在真空下在 40°C 左右蒸發，從而分離成乾淨的蒸餾液和濃縮物。LMT 感測器在不同高度監控沸騰室中的液位。



總經理 Sascha Holthusen 解釋說：「我們的真空蒸發設備是專門為處理此類工業廢水而開發的。消耗的冷卻劑乳液送入，而後排出少量濃縮液以及乾淨的蒸餾液，即純水，它可用於其他流程或排放到下水道系統，從而避免了耗費成本的處理流程。」

### 在真空條件下

真空蒸發設備的工作原理是在沸騰室中讓受污染的介質「沸騰」。與廚房爐灶類似，熱量供應到容器的下部，產生乾淨的水蒸氣，它在沸騰室中冷凝，然後排出。受污染的濃縮物殘留在底部。但為什麼該流程要在真空下進行呢？

Sascha Holthusen 解釋說：「在真空條件下，水的沸騰溫度較低，比如我們在 40°C 即可沸騰。在該溫度下，我們甚至可以蒸發更具腐蝕性的介質，例如酸或鹼，而不會像在較高溫度下那樣損壞不銹鋼壁。此外，某些物質在相對較低的溫度下仍保留在濃縮物中並且不會分離。真空蒸發的另一個優點是我們加熱所需的能量更少。為此，我們使用高效的製冷壓縮機。它的工作方式類似於熱泵，並且比直接電加熱更節能。同樣的製冷劑可以讓水蒸氣冷凝。或者，我們也可以使用客戶現有的流程熱量，然後透過熱交換器將其輸送到真空蒸發設備。」





LDL101 導電率感測器監控蒸餾液的純度。

#### 流程參數一覽

作為流程監控的一部分，對壓力和溫度等關鍵參數進行監控。ifm 感測器持續監控這些參數，以優化管理蒸發流程。它們控制供熱和真空泵。

另一個決定性因素是沸騰室中的液位，該液位由安裝在罐壁不同高度的 LMT 液位感測器精確監控。一旦上部液位感測器有反應，介質供應就會停止，並在液位下降到下部感測器時恢復。

另外，LMT 感測器安裝在真空泵的冷卻劑供應罐中，用於三個不同位置的液位監控。另一個 LMT 感測器安裝在蒸餾液收集罐中。一旦達到最大容量，感測器就會發出開關信號，而後即會泵出蒸餾液。

LMT 液位感測器以其衛生設計著稱。其高品質外殼材質（例如 PEEK 和不銹鋼 (316L / 1.4404)）對腐蝕性介質具有高度耐受性。泡沫和其他潛在沉積物會自動被抑制，不會影響感測器效能，可確保連續可靠的液位偵測。

SU 流量感測器專為腐蝕性超純水而設計，  
可測量蒸餾液的量。

### 水質測量

連續的水質監控至關重要，特別是在確保蒸餾液的純度方面。對於此任務，使用了 LDL101 導電率感測器。其測量值確保了整個蒸發流程以及從中獲得的純水的品質。

超聲流量計「SU Puresonic」專門針對純水和超純水應用進行了優化。此感測器可以精確地確定蒸餾液的量。其免組件測量管由高級不銹鋼製成，具有出色的耐腐蝕性介質效能。值得注意的是，「純」水或蒸餾水雖然聽起來無害，但可能對金屬材料有侵蝕性，並且需要特殊的不銹鋼合金。有趣的是，該感測器通常用於塑膠管道，因為它們不受純水的影響。

### 泵監控防止損壞

此系統的中央單元是真空泵。如果冷卻不充分或真空太強，葉輪上可能會出現不必要的氣穴，導致材料磨損。氣穴會產生異乎尋常的振動。安裝在真空泵外殼中的振動感測器可偵測任何異常振動模式並將其傳輸至控制器。由此，卸載閥將自動打開，並供應二次空氣，使泵運作恢復正常狀態。這樣可有效地防止昂貴的泵損壞。

### 透過 IO-Link 數位化

使用的所有感測器均與 IO-Link 相容，其提供的真正附加價值遠遠超出了測量值或開關信號的簡單傳輸：IO-Link 可供使用者遠端存取感測器、讀取資料和診斷值並以各種方式設定裝置。

**Sascha Holthusen** 對 IO-Link 的使用解釋如下：「如果客戶的系統出現問題，我們可以透過 VPN 連線進行遠端連線。過去，我們沒有 IO-Link，只能接觸到 PLC，而無法深入到感測器層級。現在我們有了 IO-Link，不僅可以查看系統的狀態，甚至





所有感測器均透過 IO-Link 連接。這樣可減少設定時間，方便了參數設定，並有助於實現到感測器層級的遠端診斷。



「現在我們有了 IO-Link，不僅可以查看系統的狀態，甚至還能了解每個感測器的情況。」

還能了解每個感測器的情況。我們可以查看感測器是否提供測量值，或者 PLC 的 IO 卡或配線中是否出現特定錯誤。我們還可以讀取感測器的診斷值，並在必要時遠端調整其參數。如果客戶更換了感測器，我們可以遠端設定。因此，IO-Link 在遠端維護方面為我們和我們的客戶提供了顯著的優勢。另一個重要的益處是感測器測量值的靈活性，我們可以透過 IO-Link 對其進行設定。我們使用測量範圍為 -1 至 10 bar 的壓力感測器。我們可以響應地進行縮放，使測量範圍在滿解析度時覆蓋 -1 到 +1 bar。使用包含類比電流輸出的傳統感測器不可能實現這一點。此外，IO-Link 感測器可以傳輸多個測量值。例如，流量計和壓力感測器也透過 IO-Link 提供溫度值。這樣可減少所需感測器的數量和安裝位置。」

#### 透過 IO-Link 節省成本

IO-Link 感測器連接到分散的 IO-Link 主站模組，這些模組透過 PROFINET 等現場總線與 PLC 進行通信。正如 **Sascha Holthusen** 所述，這種類型的配線在安裝過程中具有許多優點：

「特別是對於需要拆卸以交付的大型系統，這種配線被證明是非常有益的。在客戶現場重新組裝系統的機械師只需連接插頭即可。我們不需要電工重新連接電線或將它們連接到控制櫃。在熟練工人稀缺的時代，減少現場花費的時間可以提供相當大的成本節約潛力。另一個益處是系統設定期間的 I/O 檢查可以更快完成，因為不會發生接線錯誤或端子問題。雖然 IO-Link 的初始成本可能高於傳統配線，但安裝過程中節省的時間以及前面提到的擴展診斷和遠端維護功能最終可促成成本的顯著節省。」

#### 結論

具有成本效益的水處理透過兩個關鍵因素實現：節能真空蒸發和數位化控制概念到感測器層級的實施。該概念最大限度降低了安裝和維護成本，並將沸點保持在較低水平，這在經濟和生態上均是有益的。