

ALR 雙設備交替控制模組 使用說明書

© 2026 TSAI, AN-HSIANG

產品核心價值：簡化 · 可靠 · 免維護

純硬體邏輯設計，無需 PLC、無需程式、無需韌體，實現工業級雙機交替控制。

目次

ALR 雙設備交替控制模組 使用說明書	1
1. 產品概述與核心特性	3
1.1 產品定義	3
1.2 核心特性	3
1.3 產品規格參數表	3
2. 端子定義與接線對照	4
2.1 控制側端子	4
2.2 輸出側端子	4
3. 電氣接線指南	4
3.1 主回路與安全保護	4
3.2 控制回路接線步驟	5
4. 交替邏輯與時序說明	5
4.1 邏輯運作原理	5
5. 配線架構優勢與無 PLC/韌體價值	6
5.1 配線極簡化優勢	6
5.2 無需 PLC 的關鍵優勢	6
5.3 傳統繼電器方案的關鍵優勢	7
6. 應用場景範例	7
6.1 雙泵排水系統 (Sump Pump)	7
6.2 雙空壓機輪值	7
6.3 其他適用場景	7
7. 安全警告與安裝注意事項	9
7.1 主回路保護△：	9
7.2 控制回路保護△：	9
7.3 輸出限制△：	9
7.4 環境與安裝要求	9
7.5 互鎖保護強制要求	9
8. 故障排除與維護	10
8.1 常見故障對照表	10
8.2 定期維護建議	10
8.3 系統測試與驗證方法	10

9. 附錄：接線圖、免責聲明與開源資訊.....	11
9.1 電氣接線圖.....	11
9.2 免責聲明.....	11
9.3 開源資訊與授權條款.....	12
9.4 安裝尺寸圖.....	12
產品保證與技術支援.....	12



1. 產品概述與核心特性

1.1 產品定義

ALR (Alternating Logic Relay) 是一款純硬體邏輯型工業控制模組，專為雙設備（如雙泵、雙風扇、雙空壓機）的交替輪流運轉與備援切換而設計。本產品採用無微處理器架構，完全依靠硬體電路實現交替控制邏輯，從根源上消除軟體故障可能性。

1.2 核心特性

純硬體架構：無微處理器、無程式碼、無韌體，從根本杜絕當機、Bug、病毒或版本相容性問題。

上電即用：無需編程、無需設定，插電即依預設邏輯運作。

上升沿觸發：僅對 SW 輸入由 OFF → ON 的邊緣訊號反應，避免持續信號重複切換。

高可靠性設計：

- PCB：FR-4 玻璃纖維板 ($T_g \geq 130^{\circ}\text{C}$)，絕緣性佳、耐熱穩定
- 外殼：阻燃 ABS 工程塑料 (UL94 V-0)
- 防護等級：IP54 (防塵+防噴濺水)
- 操作溫度範圍：- 20°C 至 +70°C
- 濕度範圍：5% - 95% RH (無結露)

 **圖示建議（附錄）**：V+, V- (GND), SW, C, ALR.a/b/c 端子位置標示)

1.3 產品規格參數表

項目 規格

控制電源 DC 12V ±10%，最大電流 50mA

輸入信號 SW 觸發端：上升沿觸發，12V 邏輯電平

輸出接點 無源乾接點，ALR.a (N.O.)、ALR.b (N.C.)、ALR.c (COM)

接點容量 3A@250VAC 或 3A@30VDC (僅限驅動接觸器線圈)

介電強度 輸入/輸出/電源間：1500VAC/1 分鐘

絕緣電阻 >100MΩ @500VDC

響應時間 <0.1s (從觸發到接點切換)

防護等級 IP54 (安裝於合適電控箱內)

2. 端子定義與接線對照

2.1 控制側端子

端子	功能規格	說明
V+ / V- (GND)	控制電源 DC 12V ±10%	極性不可反接，需持續供電維持邏輯狀態
SW+	觸發輸入 12V 上升沿信號	支援浮球開關、壓力開關 (N.O.) 、按鈕等

△ 重要說明：

- SW 輸入僅對「OFF → ON」上升沿有效，持續 ON 不會重複切換
- 此設計可防止感測器震盪或持續信號導致的不當切換
- 建議 SW 信號線使用屏蔽電纜，長距離配線時單端接地
- 如感測器為 N.C. 型，需外加繼電器轉換為 N.O. 信號

2.2 輸出側端子

端子	型式	接線對象	說明
ALR.c	C -- 公共端 (COM)	Auto 旋鈕切換端	ALR 自動切換控制使用
ALR.b	B -- 常閉 (N.C.)	MC1 線圈 A1	控制設備一 (M1)
ALR.a	A -- 常開 (N.O.)	MC2 線圈 A1	控制設備二 (M2)

☛ 關鍵邏輯說明：

- 上電初始狀態：ALR.b = ON → M1 運轉
- 第一次觸發後：ALR.a = ON，ALR.b = OFF → M2 運轉
- 第二次觸發後：ALR.b = ON，ALR.a = OFF → M1 運轉
- 斷電再上電：必定回歸 M1 運轉（無斷電記憶功能）
- 連續觸發：每收到一次上升沿觸發訊號，將切換運轉設備

3. 電氣接線指南

3.1 主回路與安全保護

- **NFB**：無熔絲斷路器（主電源開關）
- **Fuse**：控制回路保險絲（建議 1A 慢斷型）
- **MC1/MC2**：磁性接觸器（控制 M1/M2）

- OL.1/OL.2：過載保護繼電器（主回路）
- **強制安全要求：必須安裝互鎖保護，防止兩台設備同時運轉

3.2 控制回路接線步驟

1. 接入控制電源

V+ → DC 12V 正極
V- (GND) → DC 12V 負極（嚴禁反接）

2. 接入觸發信號

SW+ → 感測器輸入（依使用狀態）
V- (GND) → 感測器公共端

3. 驅動接觸器線圈

ALR.c → 自動模式選擇開關 (KM) 公共端
ALR.b → 經 KM 自動側 → MC1 線圈 A1 (設備一)
ALR.a → 經 KM 自動側 → MC2 線圈 A1 (設備二)

 說明：KM 開關可切換「自動交替」或「手動指定」模式

4. 互鎖保護（強制要求）

MC2 的 N.C. 輔助觸點 (MC2.b) → 串入 MC1 線圈迴路
MC1 的 N.C. 輔助觸點 (MC1.b) → 串入 MC2 線圈迴路

 ALR 輸出端僅限驅動 3A 以下接觸器線圈，絕對禁止直接驅動馬達主電源！違反此規定將導致模組損壞並可能引發火災。

4. 交替邏輯與時序說明

4.1 邏輯運作原理

ALR 模組採用硬體觸發器設計，每當 SW 輸入端檢測到上升沿 (OFF → ON) 訊號時，內部邏輯會切換輸出狀態。該設計優點在於：

- 不依賴任何微處理器或記憶體元件
- 對電源波動和電磁干擾具有極高抵抗能力
- 無軟體老化或版本相容性問題
- 響應速度快且一致

狀態 ALR.b (M1) ALR.a (M2) 運轉設備

上電初始	ON	OFF	M1
------	----	-----	----

第一次觸發	OFF	ON	M2
-------	-----	----	----

狀態 ALR.b (M1) ALR.a (M2) 運轉設備

第二次觸發 ON OFF M1

斷電再上電 ON OFF M1

注意：當感測器持續處於 ON 狀態時，ALR 不會重複切換。只有當感測器由 OFF 變為 ON 的瞬間（上升沿），才會觸發交替動作。

 時序圖 (Trigger ↑、ALR.a、ALR.b、MC1、MC2)

 時序特性：

- 切換反應時間： $< 100\text{ms}$ (典型值 50ms)
- 抗彈跳設計：內建 20ms 消彈跳電路
- SW 最短觸發寬度： $\geq 50\text{ms}$

 重要行為：

- SW 持續 ON 狀態不會重複切換 (僅響應上升沿)
- 斷電期間的 SW 觸發信號將被忽略
- 重新上電後，無論斷電前狀態，必定回歸 M1

5. 配線架構優勢與無 PLC/韌體價值

5.1 配線極簡化優勢

- 線材節省：僅需 5 條控制線 (V+, GND, SW, C, ALR.c/a/b)
- 空間優化：避免傳統繼電器邏輯堆疊 (節省 70% 端子台空間)
- 故障診斷：所有狀態可視、可量測，無需通訊或監控工具
- 安裝簡便：30 分鐘內完成安裝與測試

5.2 無需 PLC 的關鍵優勢

項目 傳統 PLC 方案 ALR 模組 優勢

硬體成本 PLC + I/O 模組 單一模組  70%+

軟體成本 授權+維護 零軟體  無授權風險

安裝工時 2–4 小時 <30 分鐘 

項目	傳統 PLC 方案	ALR 模組	優勢
可維護性	需工程師	電工即可	
抗干擾性	受 EMI 影響	純硬體邏輯	
生命週期	受軟體淘汰影響	功能永久一致	

5.3 傳統繼電器方案的關鍵優勢

ALR 方案只需：

- 1 個 ALR 模組
 - 5 條控制線 (V+, GND, C, SW, ALR.c)
 - 2 條輸出線 (ALR.a, ALR.b)
- 空間節省 : > 60% 故障點減少 : > 80%
-

6. 應用場景範例

6.1 雙泵排水系統 (Sump Pump)

- 觸發源：浮球開關 (N.O.)
- 效益：均衡泵浦使用時數，延長軸封與軸承壽命
- 安裝要點：
 - 建議在控制電源端加裝 1A 保險絲
 - 推薦使用延時繼電器 (0.5-1 秒) 避免水波震盪造成的頻繁切換
 - 應定期檢查浮球開關動作是否順暢

6.2 雙空壓機輪值

- 觸發源：壓力開關 (N.O.)
- 建議：在 SW 輸入端加裝 2-5 秒延遲模組
- 目的：過濾氣壓脈衝造成之誤觸發
- 效益：平衡兩台空壓機運行時間，大幅延長系統整體壽命
- 設計考量：需考慮壓力恢復時間，避免頻繁切換

6.3 其他適用場景

- 冷卻風扇輪替：數據中心或工業設備冷卻系統
- 污水處理系統：曝氣泵輪替運行
- 農業灌溉：多區域輪流灌溉控制

- 雙冷卻風扇（散熱系統）
- 雙冷凍壓縮機（冷藏庫）
- 雙循環泵（恆溫水槽）

 **應用建議：**不同應用場景可能需要調整感測器類型和觸發條件，請根據實際需求設計外圍電路。

7. 安全警告與安裝注意事項

7.1 主回路保護△：

- 必須配置適當規格的 NFB（無熔絲斷路器）
- 每台設備必須安裝獨立的 OL（過載保護繼電器）
- 主回路線徑必須符合電流需求，並保留 20% 餘量

7.2 控制回路保護△：

- 控制電源必須配置保險絲（建議 1A 慢斷型）
- 長距離信號線應使用屏蔽電纜並單端接地
- ALR 模組控制電源應與主電源隔離

7.3 輸出限制△：

- ALR 輸出端僅限驅動 3A 以下接觸器線圈
- 絕對禁止直接連接馬達、加熱器或大電流負載
- 感性負載（如接觸器線圈）建議並聯浪湧吸收器

7.4 環境與安裝要求

- **安裝位置：**避免高濕、結露、強震、變頻器或大功率設備旁
- **散熱要求：**模組四周保留至少 20mm 空間，確保空氣流通
- **安裝方式：**使用標準 DIN 導軌 (TS-35/7.5 或 15)，確保牢固
- **環境條件：**工作溫度 -20°C 至 +70°C，濕度 5% - 95% RH (無結露)
- **防護要求：**必須安裝於符合 IP54 防護等級的電控箱內

7.5 互鎖保護強制要求

互鎖保護是安全運行的必要條件，不可省略：

1. **機械互鎖：**使用具有機械互鎖功能的接觸器
2. **電氣互鎖：**按 3.2 節要求接線，確保 MC1 和 MC2 不能同時吸合
3. **測試驗證：**安裝後必須進行互鎖測試：

- 手動觸發 ALR 交替功能
- 使用鉗表確認兩台設備不會同時運行
- 模擬故障狀態（如一臺設備卡死），確認備援機正常啟動

8. 故障排除與維護

8.1 常見故障對照表

故障現象	可能原因	處理方式
上電無反應	電源未通/極性反接 保險絲熔斷	量測 V+-GND 電壓，確認 $12V \pm 10\%$ 檢查並更換適當規格保險絲
觸發不切換	SW 信號抖動 觸發信號非上升沿	加 RC 濾波或延遲模組 (0.5-2 秒) 確認使用 N.O. 開關或適當信號轉換
兩設備同啟	互鎖未接或觸點故障 接觸器機械卡滯	檢查 MC1.b/MC2.b 接線與功能 清潔或更換接觸器
順序錯亂	外部電磁干擾 電源波動	遠離變頻器，加屏蔽線，單端接地 增加電源濾波器或穩壓裝置

8.2 定期維護建議

- 每日：觀察指示燈狀態，確認系統正常運行
- 每月：檢查端子是否鬆動，清潔模組表面灰塵
- 每季：模擬觸發，驗證交替功能與互鎖保護
- 每半年：檢查接觸器觸點磨損情況，清理炭化物
- 每年：進行絕緣測試 ($>100M\Omega$)，全面檢查外殼完整性

8.3 系統測試與驗證方法

1. 功能測試：

- 斷電重啟，確認預設設備 (M1) 啟動
- 手動觸發開關，確認設備交替運行
- 連續觸發，確認交替邏輯正確

2. 安全測試：

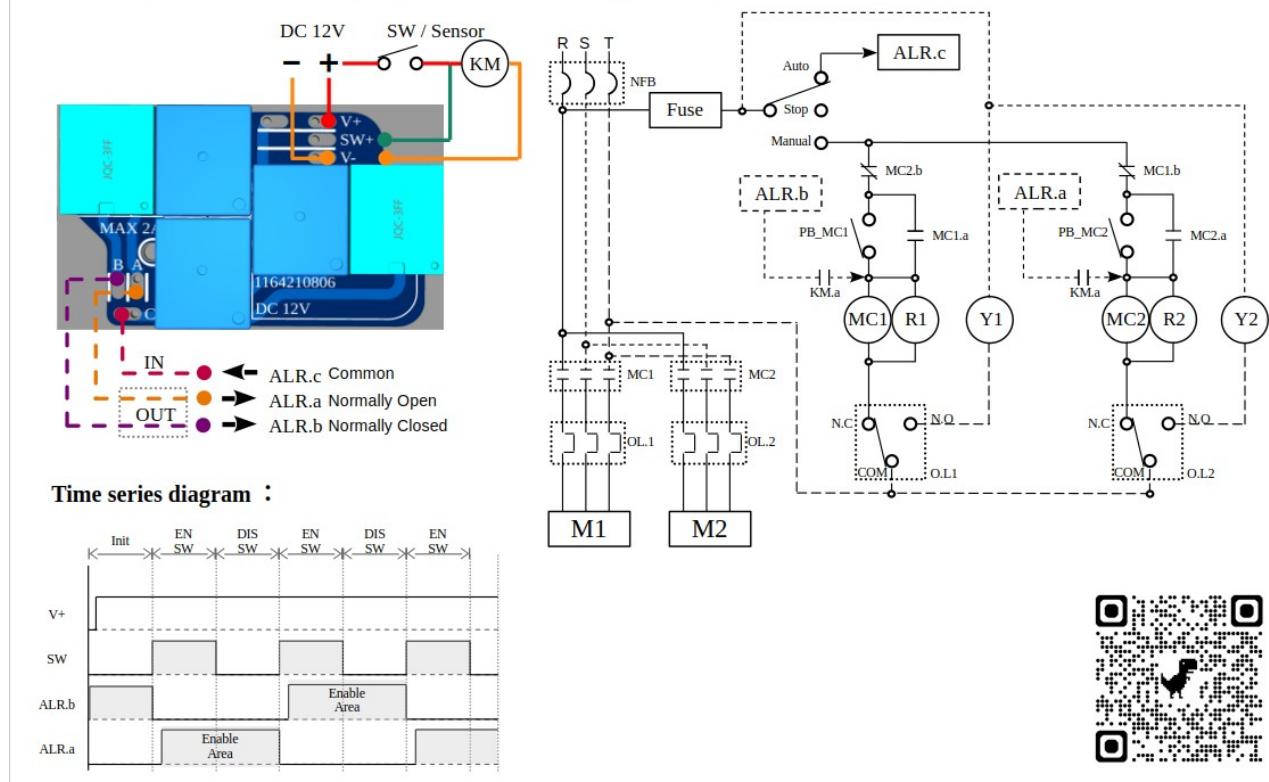
- 互鎖測試：強制一臺接觸器吸合，確認另一臺無法啟動
- 過載測試：模擬過載條件，確認保護裝置動作
- 斷電測試：模擬電源中斷，確認重啟後回歸預設狀態

9. 附錄：接線圖、免責聲明與開源資訊

9.1 電氣接線圖

雙部設備（馬達／幫浦／污水）交替運轉電氣接線圖

Alternating Operation of Dual Equipment (Motor / Pump / Sump) for Electrical Wiring Diagram.



9.2 免責聲明

非設計責任範疇

本 ALR 模組僅提供純硬體交替控制功能，不包含、不涵蓋、亦不承擔任何系統級電氣設計、邏輯規劃、安全評估或工程整合責任。使用者須自行完成完整的控制系統設計，並確保符合當地法規、工業標準（如 IEC 60204-1）及現場安全要求。

1. 負載與應用限制

ALR 輸出端為無源乾接點，僅限驅動 3A 之接觸器線圈 (DC 12V/AC 250V)。嚴禁

直接連接馬達主電源、電熱器、電磁閥或其他感性/容性大電流負載，否則將導致接點熔焊或燒毀，並可能引發火災。

2. 斷電重置行為

模組不具備斷電記憶功能。任何電源中斷後重新上電，輸出狀態必定重置為 ALR.b 導通（設備一啟動）。系統設計者須自行評估此行為對整體流程之影響，並酌情加入外部記憶或狀態保持機制。

3. 安裝與操作責任

安裝、調試、修改及維護作業必須由具備資格之電氣專業人員於完全斷電狀態下執行。因誤接線、省略互鎖、忽略過載保護或違反本說明書指引所導致之人身傷害、設備損壞或生產損失，設計者、開發者及貢獻者一概不負任何法律或賠償責任。

4. 開源硬體使用條款

本產品為 OSHWA 認證開源硬體（認證編號：TW000008），依 CC BY 4.0 授權提供。使用者得自由使用、修改與再製，但所有衍生應用之風險與責任，均由使用者自行承擔。

9.3 開源資訊與授權條款

- 硬體設計：

CERN Open Hardware Licence Strong Reciprocal Version 2.0 (CERN-OHL-S-2.0)

本授權要求所有硬體修改與衍生作品必須以相同授權條款公開分享

- 軟體元件：

GNU Affero General Public License v3.0 only (AGPL-3.0-only)

適用於任何可能的韌體更新或輔助軟體工具

- 文件與說明書：

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

允許自由分享與改作，惟須標示原作者

OSHWA 認證編號：TW000008

9.4 安裝尺寸圖

- 標明外形尺寸： $45\text{mm} \times 75\text{mm} \times 60\text{mm}$ (W×H×D)
- DIN 導軌安裝尺寸與要求
- 端子間距與接線空間要求

產品保證與技術支援

本產品提供 1 年有限保固，在正常使用條件下，若發現製造缺陷，將維修或更換。保固不包括因：

- 不當安裝或使用
- 未遵循本說明書指引
- 未經授權的修改或維修

- 自然災害或不可抗力因素

**ALR 模組：回歸控制本質，用最簡單的方式，實現最可靠的交替邏輯。
無需智慧，只要可靠。**

© 2026 TSAI, AN-HSIANG

版本：2.0 | 發布日期：2026 年 1 月 9 日