補償功能 PLC 規劃與試車採購規範書

01 採購標的、範圍及分工

本案以既有整平設備之滾輪位置／間隙補償為標的，規劃 AI 建議接收、PLC 條件校驗、HMI 確認、受控調整、位置回讀及結果追溯。實際軸數、可寫點位及電動調整能力，須以現勘核定為準。

工作項目	承攬商責任	採購／場域／AI 團隊責任
現勘與設計	盤點整平機構、點位、控制權與風險；提出設計差異	提供機台、圖面、操作條件及可停機窗口
PLC／HMI	建置補償模式、差值預覽、互鎖、回讀與異常復歸	核定補償流程、帳號權限及操作方式
滾輪調整介面	核定入口／出口輪組之命令、單位、方向與定位檢核	原廠／場域確認致動與位置回授能力
AI 建議介面	接收、去重、校驗建議及回傳套用結果	AI 團隊提供模型、介面格式、建議值及版本
試車與追溯	執行模擬與現場試車、保存測試及補償履歷	場域供料、品質量測；AI 團隊分析效益
安全與回退	提出限位、停機、故障鎖存及回退作業方案	場域與原廠核定安全邊界及測試放行

02 現場盤點與設計輸入

正式編碼前應完成設備現勘及需求確認，查核整平輪組之實際可調軸數、手動／電動機構、回授解析度與安全聯鎖。設計須區分「AI 推薦目標值」「PLC 指令值」「機構實際回讀值」及「人工量測值」；未驗證之功能不得列為已具備。

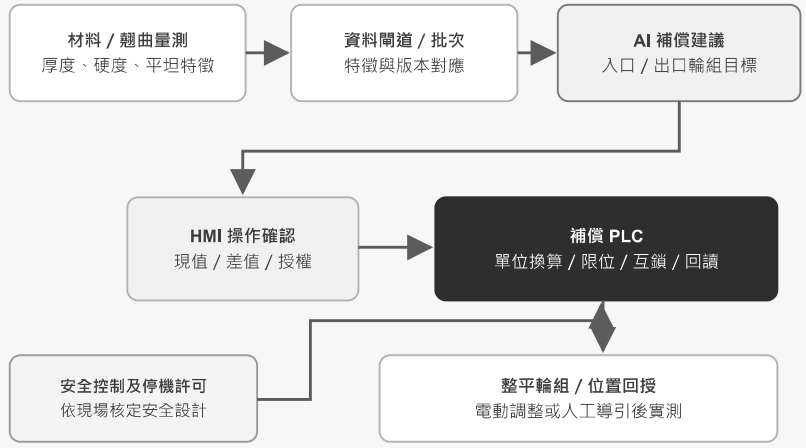
輸入	必填內容	設計輸出／放行條件
控制器資產	PLC／HMI 品牌、型號、韌體、I/O、備份與存取權限	可編輯專案、備份、還原及版本比對
材料與配方	材質、厚度、寬度、硬度、張力、批次及產品別	建立補償適用範圍與配方識別
整平機構	輪徑、中心距、入口／出口輪組及調整機構	軸別、正負方向、零點與機構限制確認

輸入	必填內容	設計輸出／放行條件
驅動／位置回授	手輪或馬達、驅動器、編碼器、上下限位及量測方式	列出可讀／可寫／人工調整項及回授來源
補償尺度與精度	位置、間隙或壓入量之工程單位、解析度、誤差	目標／實際換算、允收差及逾時條件簽認
翹曲／平坦量測	入料狀態、翹曲量、測點、感測或人工檢測程序	測值來源、有效性及品質回饋方式核定
運轉條件	整平／送料／沖壓狀態、停止窗口及設備許可	定義何時允許調整、何時禁止新命令
安全設備	急停、護門、機械極限、驅動安全功能與復歸	安全與一般控制界面、故障處置核定
公用與環境	電源、接地、氣源、溫濕度、粉塵與振動	新增元件及施工條件確認
資料／網路	API／PLC 協定、時間同步、帳號、儲存與保留期	資料字典、存取權限、斷線策略核定

03 補償系統架構與控制層級

設計範圍以入口／出口整平輪組之位置或間隙補償為主；AI 建議應轉換為明確的軸別、工程單位與絕對目標或增量。所有調整命令均由 PLC 依現場核定之機構能力、停機狀態與安全條件裁決。

圖 1｜整平補償控制與資料整合架構



AI 不直接寫入致動器；安全保護獨立。實際可動軸數與補償路徑以現勘簽認為準。

層級	核心責任	設計限制
機構／安全	輪組、致動與位置感測；實體保護	安全迴路獨立實現並經現場核定驗證
PLC 控制	目標值換算、允許條件、定位、回讀及異常處置	不以 AI／網路連線取代必要即時控制
HMI 操作	現值／建議／差值預覽、權限與確認、警報	明確顯示命令是否生效，不可跳過確認
資料／AI	模型建議、資料有效性、版本與品質回饋	只能提出受控建議，不可直接啟動機構

04 PLC 補償模式與狀態管理

4.1 補償模式規則

補償模式由現場選擇器或具權限之 HMI 選定；建議值預設僅供檢視，須經人員確認與 PLC 再校驗後方可套用。電動調整僅在核定之安全窗口執行；如機構僅能手調，系統提供調整指引及人工回填確認，不得顯示已自動完成。

模式	可執行內容	進入與退出要求
手動／單動	核定軸別之點動、校零與位置量測	低速／限位／互鎖有效；按核定方式停止
調機／配方	設定基準位置、記錄實測值、試調與配方保存	需授權及履歷；禁止繞過機械與安全限位
建議補償	比較現值、AI 目標及差值；人員確認後執行或導引	設備處於核定窗口，目標、變化量與權限均合格
正常運轉	使用已核定設定值，監看品質與狀態	AI 斷線不改動既有設定；運轉中不任意補償
維護	診斷、備份、校正及授權設定	採隔離及維修程序；不可直接轉回運轉

4.2 補償狀態轉移

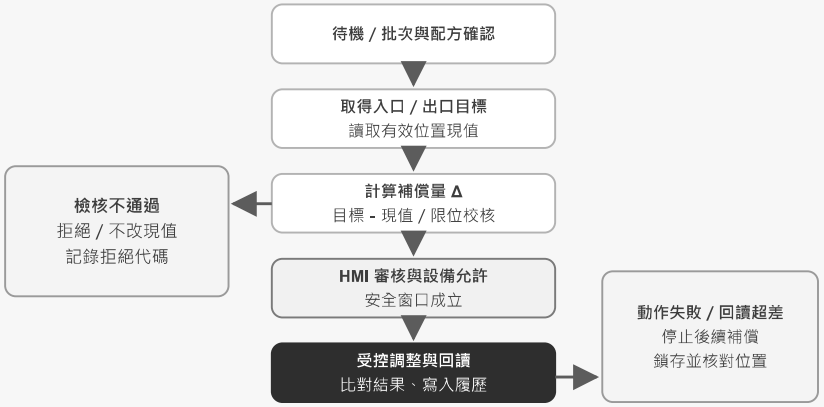
狀態	進入條件	輸出與轉移
初始化	上電／程式重啟	確認通訊、軸狀態、版本與保持值；禁止自動位移
待機	無執行中的補償	顯示現值／批次／配方，等待新的建議
取得建議	批次與資料來源有效	讀取 Request_ID、軸別、模式及建議目標

狀態	進入條件	輸出與轉移
待審核	欄位、單位、限位及差值合格	HMI 顯示前／後值及風險；等待授權確認
允許補償	人員確認且設備窗口與互鎖有效	PLC 再校驗；鎖定本次命令與參數版本
執行補償	核定電動／人工調整路徑	命令單次執行；監測位置、限位、狀態與逾時
回讀確認	動作完成或人工調整回填	比對目標／實測差，紀錄結果；成功回待機
故障鎖存	回讀超差、逾時或許可失效	停止後續補償；查明實際位置並人工復歸

05 補償執行與異常處置流程

補償量定義為「核定目標值－有效現值」；不得以未校驗的預估位置代替回授。位置偏差、位移時間、單次最大變更量與軸間限制均須於現勘後以工程值表核定。異常時不自動重試、不自行回寫舊值；由人員確認實際位置再依 SOP 處置。

圖 2｜補償執行、回讀與異常處置流程

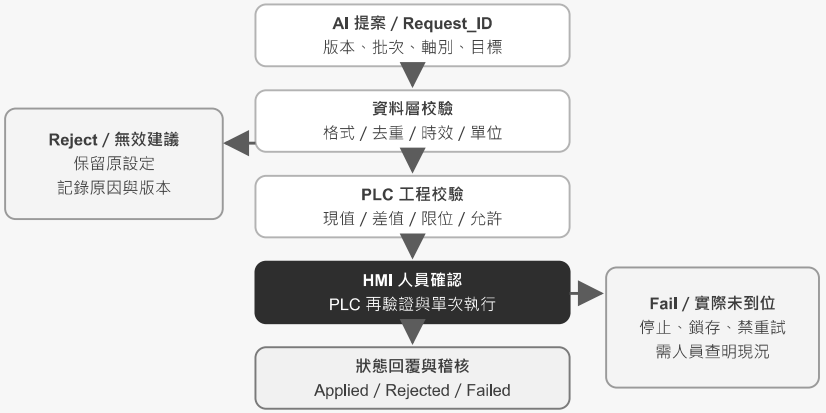


電動軸依核定位置回授判定；手調機構須由操作人員量測並確認，不可冒稱自動到位。
故障解除與復電僅返回待機，不自動重試或恢復補償動作。

06 AI 建議資料與受控套用

本案基本方式為「AI 建議＋HMI 授權確認＋PLC 受控執行」。未經另案風險評估及核定，不啟用自動連續補償；AI 斷線、逾時或建議遭拒絕均保留既有設定並留下事件紀錄。

圖 3｜AI 建議資料校驗與 PLC 套用協定



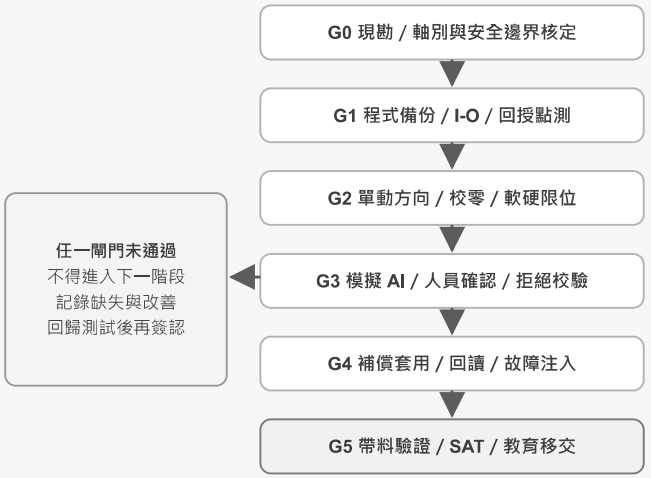
拒絕、待核、執行中與已生效須分別回覆；不得將「已收到」視為「已完成補償」。

資料欄位（請求／回覆）	用途	拒絕／異常條件
Request_ID / Model_Version	去重與模型追溯	重複、未知或不相容版本
Batch_ID / Recipe_Version	對應材料、產品與基準配方	批次、配方或設備不一致
Created_At / Expires_At	建議時效與防重播	過期、時間偏差超限或時鐘不可信
Axis / Mode / Unit / Target	軸別、絕對／增量與工程目標	軸別未列白名單、單位不符或模式未知
Current / Delta / Limits	PLC 本地現值、差值與限位比對	現值不可信、越界、跨越機械限制
Operator / Status / Reason	授權、套用結果與事件追溯	未授權、回讀超差、執行逾時或欄位不足

07 試車規劃與分階段放行

試車放行須先確認編碼器方向、軟硬限位、配方適用範圍及緊急停止；再以模擬指令驗證拒絕、重播、越界及異常鎖存。定位公差、允許調整時間、測試速度與品質比較方式，須依現場設備能力在 G0 階段書面訂定，不預設固定數值。

圖 4｜補償功能分階段試車與放行閘門



各階段需載明程式版本、測試條件、量測證據及三方放行簽認；驗收門檻以 G0 紀錄為準。

08 交付成果與技術移交

編號	交付品〔採購〕	格式與完成標準
D01	成果報告	測點、接線、風險及核定紀錄
D02	PLC／HMI 監測設計	狀態、畫面、警示與權限

09 驗收紀錄表

基本驗收原則：有效且獲授權之補償建議，須能完成單次受控調整、位置比對與追溯；重播、錯誤單位、越界及未授權命令均須拒絕；故障應停止後續補償並鎖存。各項數值允收門檻以 G0 簽認紀錄為準。

驗收結論：□ 合格 □ 不合格 □ 依契約附條件處理（附件：____）

採購代表：____ 場域代表：____ 承攬商：____

見證／專業確認人：____ 日期：民國__年__月__日