

# IDTF 結合 AI 在宏齊科技的應用場景介紹

文件編號: IDTF-V3.5-09-01 版本: 1.0 日期: 2025-10-16 作者: 林志錚 Michael Lin(Chih Cheng Lin)

## 1. 簡介

宏齊科技 (Harvatek) 作為高科技製造業的領先者，面臨著提升生產效率、降低營運成本、確保產品品質和強化安全管理的挑戰。IDTF (Industrial Digital Twin Framework) 結合 AI 的功能，為宏齊科技提供了一套全面的解決方案，透過數位分身技術實現智慧工廠的願景。本文件將深入探討 IDTF 如何在宏齊科技的實際應用場景中，透過 AI Agent 的協作和數據驅動的決策，創造顯著的商業價值。

## 2. IDTF 核心能力與宏齊科技的需求

IDTF 框架提供了一系列核心能力，這些能力與宏齊科技的營運需求高度契合：

IDTF 核心能力	宏齊科技的需求	應用價值
IADL/FDL 語義模型	標準化資產描述，確保數據一致性	實現跨部門、跨系統的數據互通，提升數據品質
NDH 數據中樞	整合 OT/IT 數據，提供實時數據服務	建立統一的數據基礎，支援實時監控與分析
MCP / AI Agent	實現智能決策與自動化控制	提升生產效率，降低人為錯誤，優化資源配置
USD 3D 整合	實時視覺化與模擬，提升協作效率	實現虛實整合，加速設計驗證與故障排除
生命週期管理	追蹤資產狀態，優化維護與營運	延長設備壽命，降低維護成本，提升資產利用率
ISA-95 標準整合	與現有 MES/ERP 系統無縫對接	確保數據標準化，簡化系統整合複雜度

### 3. 宏齊科技的應用場景

---

IDTF 結合 AI 的功能，可以在宏齊科技的以下關鍵應用場景中發揮巨大作用：

#### 3.1 智慧能源優化 (Smart Energy Optimization)

**現狀與挑戰：**宏齊科技的生產線擁有大量高耗能設備，能源成本佔營運成本的比例較高。傳統的能源管理方式依賴人工監控和固定排程，難以實現實時的精準優化。

**IDTF 結合 AI 的解決方案：**

- **數據採集：**透過 NDH 的 Data Acquisition 層，實時採集各設備的電力消耗、生產狀態、環境溫度等數據，並匯聚到 NDH Data Hub。
- **AI Agent (EnergyOptimizerAgent)：**
  - **監控與預測：**EnergyOptimizerAgent 監聽 NDH 的 MQTT Topic (`ndh/telemetry/energy`)，獲取實時能源數據，並結合歷史數據和生產計畫，預測未來的能源需求和供應。
  - **決策優化：**Agent 運用機器學習模型，分析能源價格、設備負載、生產排程等多維度數據，動態調整設備的運行模式（如調整生產速度、錯峰用電、啟停備用設備），以最小化能源成本。
  - **指令下達：**Agent 將優化後的決策作為指令發布到 NDH 的 `/actions` Topic (`ndh/actions/energy/control`)，由 NDH 觸發控制系統執行。
- **USD 視覺化：**在 Omniverse 平台中，透過 USD 3D 模型實時視覺化能源消耗分佈，並模擬不同優化策略對能源效率的影響。

**預期效益：**顯著降低能源消耗和成本，提升能源使用效率，實現綠色製造。

#### 3.2 預測性維護 (Predictive Maintenance)

**現狀與挑戰：**設備故障導致的停機時間是宏齊科技生產效率的重大瓶頸。傳統的定期維護或事後維修模式成本高昂且效率低下。

**IDTF 結合 AI 的解決方案：**

- **數據採集：**從設備感測器（振動、溫度、電流、壓力等）實時採集數據，透過 NDH 匯聚。
- **AI Agent (MaintenanceAdvisorAgent)：**

- **狀態監測：**MaintenanceAdvisorAgent 監聽設備健康數據 (ndh/telemetry/equipment\_health)，並結合 IADL/FDL 中定義的設備參數和歷史維護記錄。
- **異常檢測與預測：**Agent 運用深度學習模型，分析多源數據，實時檢測設備異常模式，並預測潛在故障發生的時間和類型。
- **維護建議：**一旦檢測到異常或預測到故障，Agent 會生成維護建議（如更換零件、調整參數），並發布到 /actions Topic (ndh/actions/maintenance/recommendation)，同時更新設備的生命週期狀態為 Under\_Maintenance。
- **USD 視覺化：**在 USD 3D 模型中高亮顯示即將故障的設備部件，並模擬維護操作的步驟和影響。

**預期效益：**減少非計畫性停機時間，降低維護成本，延長設備壽命，提升生產連續性。

### 3.3 智慧安全監控 (Smart Safety Monitoring)

**現狀與挑戰：**高科技工廠環境複雜，潛在安全風險多樣。傳統的安全監控依賴人工巡檢和被動響應，難以實現實時預警和主動防範。

**IDTF 結合 AI 的解決方案：**

- **數據採集：**採集環境感測器（氣體、煙霧、溫度）、視訊監控、人員定位、設備運行狀態等數據，匯聚到 NDH。
- **AI Agent (SafetySentinelAgent)：**
  - **實時監測：**SafetySentinelAgent 監聽多種安全相關數據 (ndh/telemetry/safety\_sensors, ndh/events/access\_control)，並結合 IADL/FDL 中定義的安全區域和設備安全參數。
  - **風險評估與預警：**Agent 運用 AI 模型，分析實時數據流，識別潛在的安全威脅（如人員闖入危險區域、設備異常運行、有毒氣體洩漏），並評估風險等級。
  - **自動響應：**一旦觸發安全閾值，Agent 會立即發布預警訊息 (ndh/actions/safety/alert)，並觸發自動響應機制（如啟動警報、關閉設備、通知安全人員、啟動應急預案）。
- **USD 視覺化：**在 USD 3D 模型中實時顯示危險區域、人員位置、警報狀態，並模擬應急疏散路徑。

**預期效益：**提升工廠安全水平，減少事故發生率，保護人員和資產安全，符合法規要求。

### 3.4 智慧品質控制 (Smart Quality Control)

**現狀與挑戰：**產品品質是宏齊科技的核心競爭力。傳統的品質檢測依賴抽樣檢查和人工判斷，效率低且容易遺漏潛在缺陷。

**IDTF 結合 AI 的解決方案：**

- **數據採集：**採集生產線上的實時影像（透過機器視覺）、感測器數據（如壓力、溫度、流量）、設備參數、物料批次資訊等，匯聚到 NDH。
- **AI Agent (QualityControlAgent - 擴展)：**
  - **實時檢測：**Agent 監聽生產過程數據 ( `ndh/telemetry/production_line` , `ndh/images/inspection` )，運用電腦視覺和機器學習模型，對產品進行 100% 全檢，實時識別缺陷。
  - **品質預測與優化：**Agent 分析生產參數與產品品質之間的關係，預測潛在的品質問題，並建議調整生產參數以優化品質。
  - **追溯與報告：**記錄每個產品的品質檢測結果和生產參數，並與 IADL/FDL 中的產品定義和生產批次關聯，實現全面的品質追溯和報告。
- **USD 視覺化：**在 USD 3D 模型中顯示產品的品質熱力圖，並標示缺陷位置，幫助工程師快速定位問題。

**預期效益：**提升產品品質一致性，降低不良品率，減少人工檢測成本，實現智慧化品質管理。

## 4. 結論

---

IDTF 結合 AI 的功能為宏齊科技的智慧工廠轉型提供了強大的技術支撐。透過 IADL/FDL 實現的數據標準化、NDH 提供的數據中樞能力、MCP 和 AI Agent 實現的智能決策，以及 USD 3D 整合帶來的虛實互動，宏齊科技將能夠在能源優化、預測性維護、安全監控和品質控制等多個關鍵領域取得突破，顯著提升營運效率、降低成本並增強競爭力。這些應用場景的成功實踐，將為宏齊科技帶來可觀的商業價值和持續的創新動力。