

IDTF V3.3 總覽

文件編號: IDTF-V3.3-01

版本: 3.3

日期: 2025-10-12

作者: C.C. Lin

目錄

- [1. 簡介](#)
- [2. 設計理念](#)
- [3. 核心組件](#)
- [4. 生態系統架構](#)
- [5. 工作流程](#)
- [6. V3.3 主要更新](#)
- [7. 技術優勢](#)
- [8. 應用場景](#)

簡介

IDTF (Industrial Digital Twin Framework) 是一個完整的工業數位分身框架,旨在實現「一次建模,到處使用」的願景。IDTF V3.3 整合了資產定義、工廠設計、數據整合和 3D 視覺化等核心能力,提供從設計到執行的端到端解決方案。

核心價值主張

- 標準化資產定義:** 透過 IADL 定義可重用的資產藍圖
- 視覺化工廠設計:** 透過 Factory Designer 設計工廠佈局
- 中立數據中樞:** 透過 NDH 整合異構系統的數據

- **企業級視覺化:** 透過 Omniverse 實現 3D 數位分身

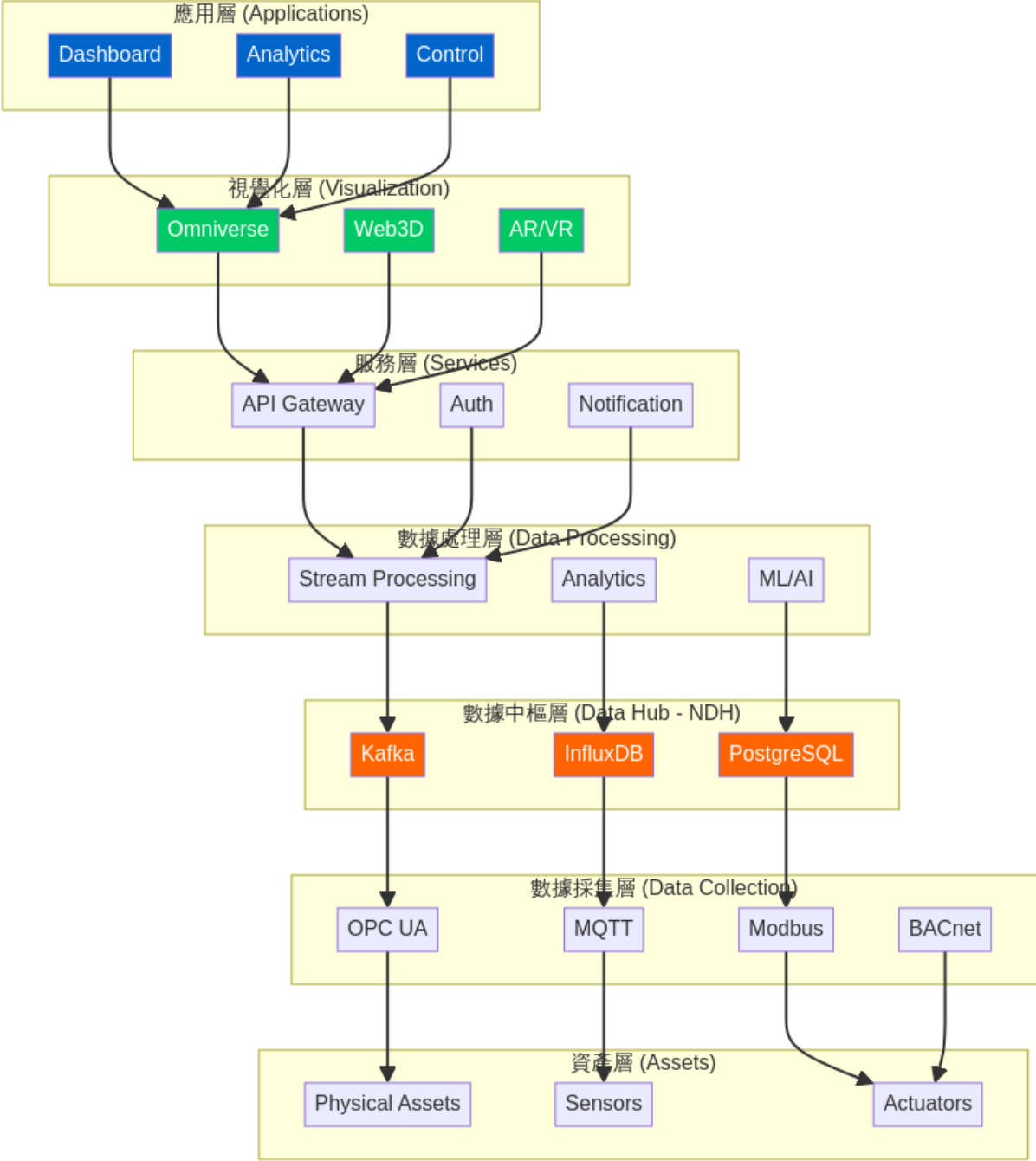
目標用戶

- **工廠工程師:** 設計和部署工廠資產
 - **系統整合商:** 整合多廠商設備和系統
 - **數位轉型團隊:** 建立企業級數位分身平台
 - **設備製造商:** 提供標準化的資產模型
-

設計理念

1. 分層架構

IDTF 採用清晰的分層架構,每一層都有明確的職責:



應用層 (Applications) Dashboard Analytics Control
視覺化層 (Visualization) Omniverse Web3D AR/VR
服務層 (Services) API Gateway Auth Notification
數據處理層 (Data Processing) Stream Processing Analytics ML
數據中樞層 (Data Hub) NDH - Kafka InfluxDB PostgreSQL
數據採集層 (Data Collection) OPC UA MQTT Modbus BACnet
資產層 (Assets) Physical Assets Sensors Actuators

2. 關注點分離

- **IADL:** 專注於「資產是什麼」(What)
- **FDL:** 專注於「工廠如何佈局」(How)
- **NDH:** 專注於「數據如何流動」(Flow)
- **Omniverse:** 專注於「如何視覺化」(Visualization)

3. 開放標準

- 基於開放標準 (USD, OPC UA, MQTT)
- 支援多廠商設備整合
- 避免廠商鎖定

4. 可擴展性

- 模組化設計,易於擴展
 - 支援從單一工廠到多廠部署
 - 支援從數百到數萬資產
-

核心組件

1. IADL (Industrial Asset Definition Language)

用途: 定義單一資產的完整藍圖

特性: - 基於 YAML 的聲明式語言 - 包含 3D 模型、數據標籤、行為模型 - 支援資產繼承和組合 - 版本控制和生命週期管理

範例:

```
asset_type: Pump
model: StandardPump_v1.0
manufacturer: ACME
metadata:
  category: Fluid_Handling
  power_rating: 15kW
3d_model:
  format: USD
  path: models/pump_standard.usd
data_tags:
  - name: Status
    type: String
    source: OPC-UA
    node_id: ns=2;s=Pump.Status
```

2. IADL Editor

用途: 視覺化的資產建模工具

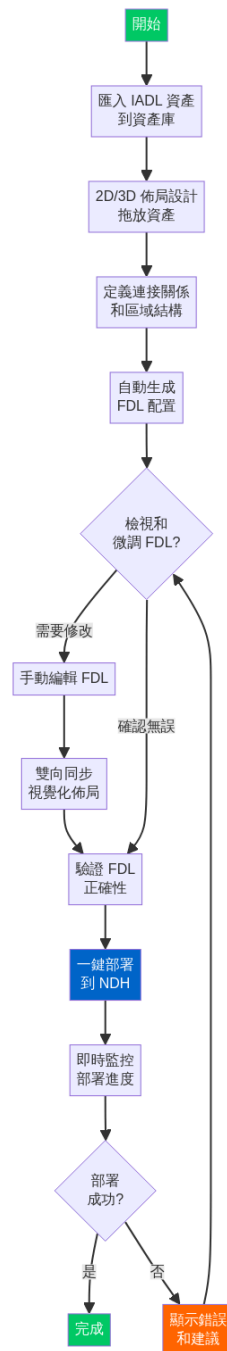
特性: - 拖放式介面設計 - 3D 模型預覽 - 數據標籤配置 - 行為模型編輯 - IADL 代碼生成

3. Factory Designer ★ (V3.3 新增)

用途: 工廠級佈局設計工具

特性: - 2D/3D 佈局編輯器 - 資產庫管理 - 自動 FDL 生成 - 一鍵部署到 NDH - 即時狀態監控

工作流程:



4. FDL (Factory Design Language)

用途: 定義工廠佈局和配置

特性: - 定義資產實例的數量和位置 - 定義資產之間的連接關係 - 定義區域、樓層和建築物階層 - 支援多工廠配置

範例:

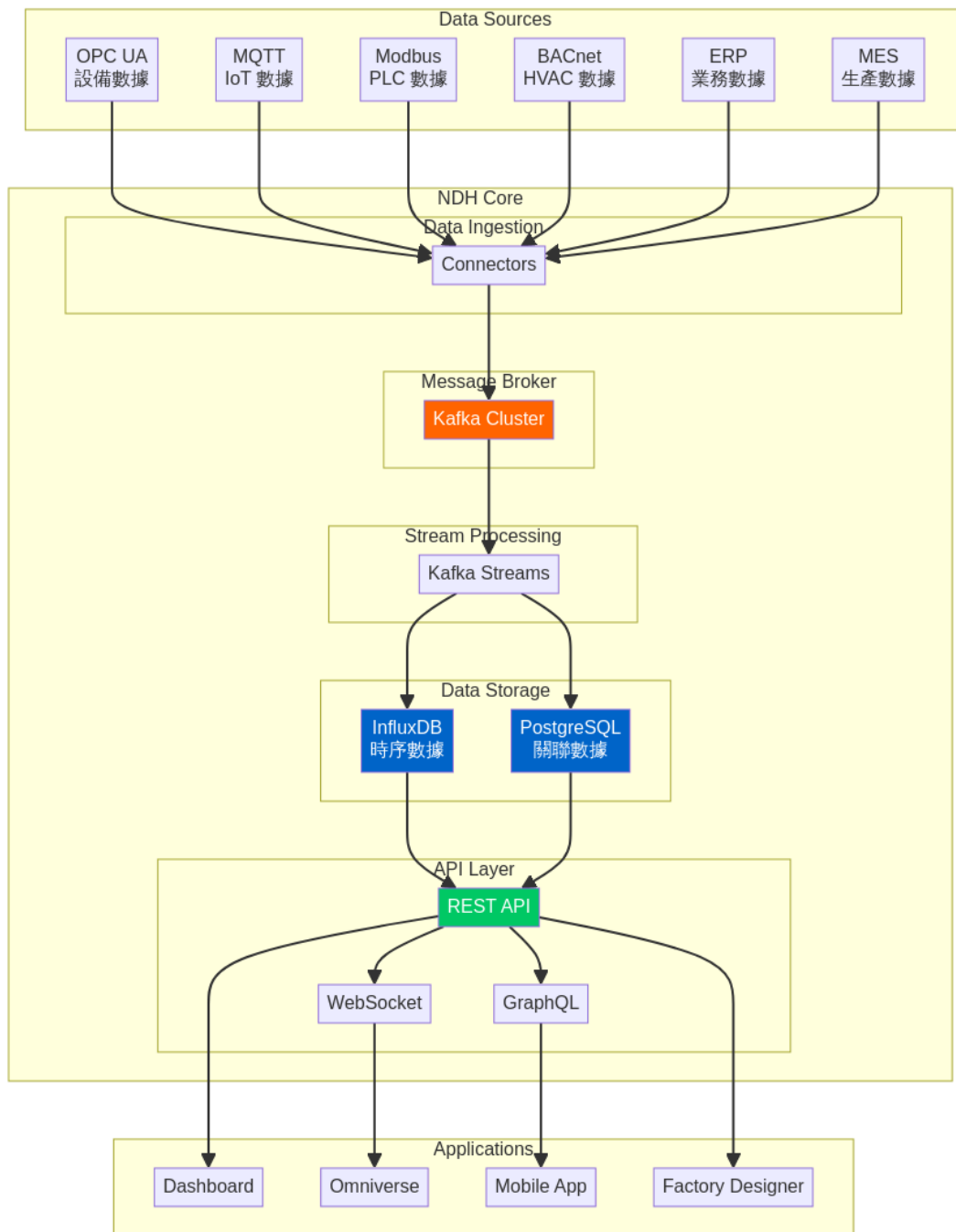
```
factory_layout:
- area: ProductionFloor1
  building: MainBuilding
  floor: 1
  instances:
    - type: StandardPump
      count: 5
      naming_prefix: "Pump_"
      location: "x:10, y:20, z:0"
```

5. NDH (Neutral Data Hub)

用途: 執行時數據整合和管理

特性: - 接收 FDL 並實例化資產物件 - 整合多種 OT/IT 數據源 - 提供統一的 API 介面 - 支援即時數據流處理 - 時序數據儲存和查詢

架構:



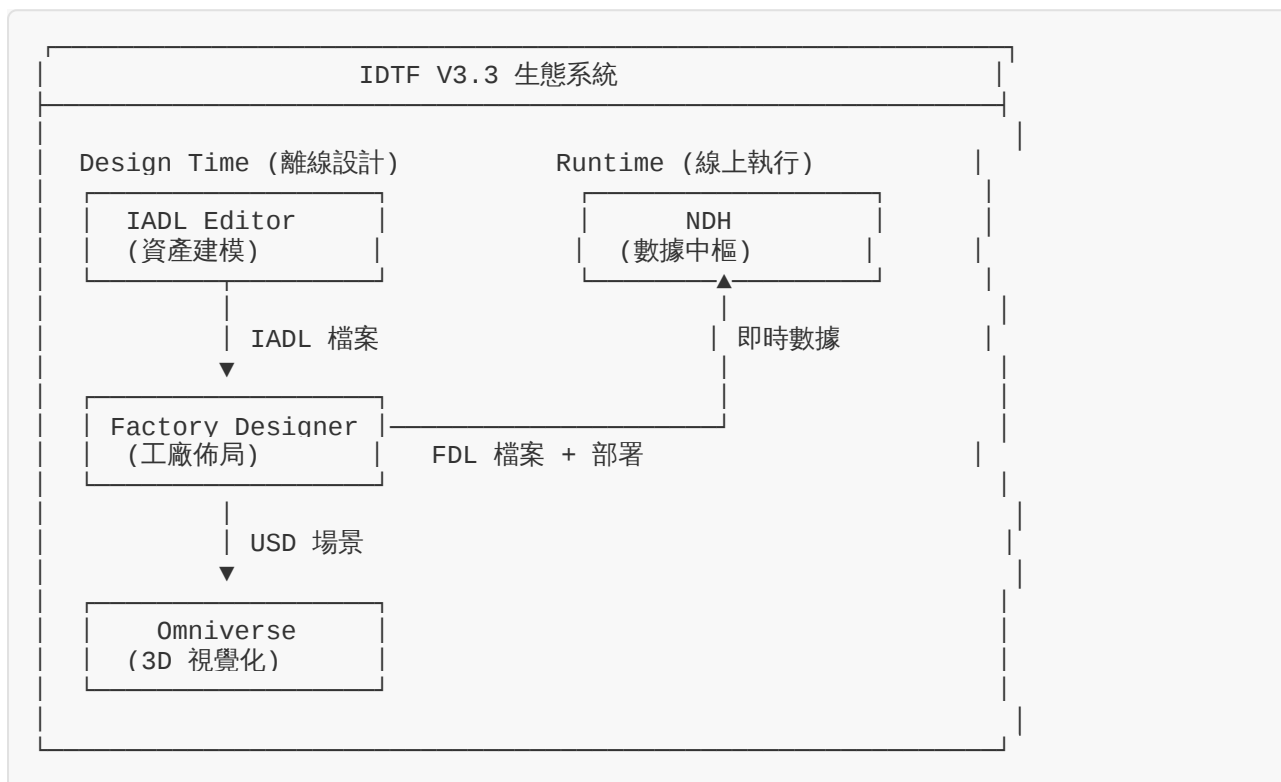
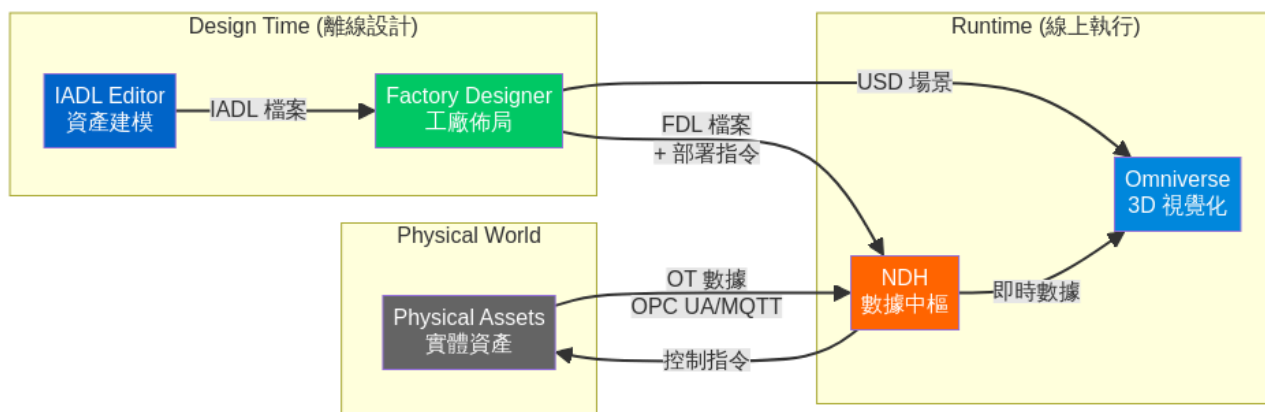
6. Omniverse Integration

用途: 企業級 3D 視覺化平台

特性: - 即時 3D 渲染 - 物理模擬 - 多人協作 - USD 場景管理 - 數據綁定和動畫

生態系統架構

IDTF V3.3 的完整生態系統架構如下:

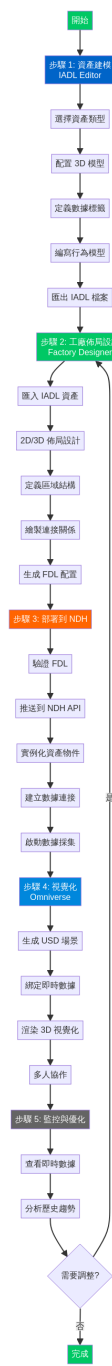


數據流向

1. **設計階段:** IADL Editor → IADL 檔案 → Factory Designer
2. **配置階段:** Factory Designer → FDL 檔案 → NDH
3. **執行階段:** 實體設備 → OT 數據 → NDH → Omniverse
4. **視覺化:** NDH → USD 場景 → Omniverse → 使用者

工作流程

典型工作流程



步驟 1: 資產建模

使用 IADL Editor 定義資產藍圖:

- 選擇資產類型和模板
- 配置 3D 模型

- 定義數據標籤
- 編寫行為模型
- 匯出 IADL 檔案

步驟 2: 工廠佈局設計

使用 Factory Designer 設計工廠佈局:

- 匯入 IADL 資產到資產庫
- 在 2D/3D 編輯器中拖放資產
- 定義區域和樓層結構
- 繪製連接關係
- 自動生成 FDL 配置

步驟 3: 部署到 NDH

Factory Designer 一鍵部署:

- 驗證 FDL 正確性
- 推送 FDL 到 NDH API
- NDH 實例化資產物件
- 建立數據連接
- 啟動數據採集

步驟 4: 視覺化

Omniverse 即時視覺化:

- NDH 推送資產實例到 Omniverse
- 生成 USD 場景
- 綁定即時數據
- 渲染 3D 視覺化
- 支援多人協作

步驟 5: 監控與優化

持續監控和優化:

- 查看即時數據和告警
 - 分析歷史趨勢
 - 調整工廠佈局
 - 重新部署更新
-

V3.3 主要更新

Factory Designer

Factory Designer 是 V3.3 版本的核心新增功能,它填補了從「資產建模」到「工廠部署」之間的關鍵缺口。

核心功能

1. 資產庫管理
2. 匯入和管理 IADL 檔案
3. 資產預覽和搜尋
4. 版本控制
5. **2D/3D 佈局設計器**
6. 拖放式資產配置
7. 區域和樓層定義
8. 連接關係繪製
9. BIM 模型匯入
10. **FDL 生成與編輯**
11. 自動生成 FDL
12. 語法高亮編輯器

13. 雙向同步

14. **NDH 整合與部署**

15. 一鍵部署

16. 即時狀態監控

17. 反向同步

技術亮點

- **視覺化設計:** 將複雜的 FDL 編寫轉化為直觀操作
- **自動化部署:** 極大縮短從設計到上線的時間
- **即時回饋:** 與 NDH 直接連結,即時驗證設計
- **生態閉環:** 完成 IDTF 生態系統的最後一塊拼圖

架構優化

- **完整的端到端工作流程:** IADL Editor → Factory Designer → NDH → 實體工廠
- **生態系統閉環:** 從設計到執行的完整閉環
- **BIM/CAD 整合:** 支援從 Revit 等 BIM 軟體匯入 3D 建築模型
- **多工廠支援:** 使用同一套資產藍圖部署多個工廠

技術優勢

1. 標準化

- **開放標準:** 基於 USD, OPC UA, MQTT 等開放標準
- **廠商中立:** 不綁定特定廠商或平台
- **互操作性:** 支援多廠商設備整合

2. 可重用性

- **資產藍圖:** 一次定義,到處使用
- **模板庫:** 豐富的資產模板庫

- **繼承機制:** 支援資產繼承和組合

3. 可擴展性

- **模組化設計:** 易於擴展新功能
- **水平擴展:** 支援大規模部署
- **垂直整合:** 從設備到雲端的完整整合

4. 易用性

- **視覺化工具:** 拖放式介面設計
- **自動化:** 自動生成配置和代碼
- **即時回饋:** 即時驗證和錯誤提示

5. 企業級

- **高可用性:** 支援叢集部署
 - **安全性:** 完整的認證和授權機制
 - **監控:** 完整的日誌和監控體系
-

應用場景

1. 智慧製造

- **生產線數位分身:** 即時監控生產狀態
- **預測性維護:** 基於數據的設備維護
- **品質管理:** 即時品質監控和追溯
- **能源管理:** 優化能源消耗

2. 設施管理

- **建築數位分身:** 整合 BIM 和 IoT
- **HVAC 優化:** 智能空調控制

- **空間管理:** 空間利用率分析
- **安全監控:** 即時安全告警

3. 多廠管理

- **集團級監控:** 統一監控多個工廠
- **標準化部署:** 快速複製成功經驗
- **資源優化:** 跨廠資源調度
- **績效比較:** 多廠績效對標

4. 虛擬調試

- **設計驗證:** 在虛擬環境中驗證設計
- **控制邏輯測試:** 測試 PLC 程式
- **培訓模擬:** 操作員培訓
- **災難演練:** 緊急情況模擬

5. 遠程運維

- **遠程監控:** 跨地域監控工廠
- **專家支援:** AR 遠程指導
- **虛擬巡檢:** VR 工廠巡檢
- **協同作業:** 多人協作

總結

IDTF V3.3 透過引入 Factory Designer,完成了從設計到執行的完整生態系統閉環。它不僅是一個技術框架,更是一個完整的工業數位轉型解決方案。

核心價值

1. **端到端工作流程:** 從資產建模到工廠運行的完整流程
2. **視覺化設計:** 降低技術門檻,提升設計效率

3. **標準化**: 基於開放標準,避免廠商鎖定
4. **可重用性**: 一次建模,到處使用
5. **企業級**: 支援大規模、高可用部署

下一步

- 閱讀 [IADL 規範](#) 了解資產定義語言
- 閱讀 [Factory Designer 設計](#) 了解工廠佈局工具
- 閱讀 [NDH 架構](#) 了解數據中樞設計
- 查看 [應用案例](#) 了解實際應用

讓我們一起建構工業 4.0 的未來! 🚀