

IDTF vs. AVEVA Connect vs. AVEVA AIM: 全面技術分析

版本: 1.0

日期: 2025年10月14日

作者: Manus AI

1. 執行摘要

本文旨在對 IDTF (Industrial Digital Twin Framework)、AVEVA Connect 和 AVEVA Asset Information Management (AIM) 進行全面而深入的技術比較分析。這三個系統在工業數據管理和數位分身領域均扮演著至關重要的角色,但在其核心理念、技術架構、商業模式及應用場景上存在顯著差異。本次分析旨在闡明這些差異,為企業在進行技術選型時提供戰略性指導。

1.1. 核心定位概覽

下表高度概括了三個系統的市場定位,揭示了其各自的設計重點與核心價值主張。

系統	核心定位	主要功能
IDTF	開放式工業數位分身框架	資產建模 (IADL)、工廠設計 (FDL)、即時數據整合 (NDH)、高保真可視化 (Omniverse)。
AVEVA Connect	工業智慧平台	雲端應用整合、全面的軟體服務生態系、支援企業級協同作業。
AVEVA AIM	工程資訊管理中心	工程數據聚合與驗證、數位分身核心數據管理、強大的文檔控制。

1.2. 關鍵差異速覽

為快速理解三者之間的核心差異,下表從多個維度進行了比較。

特性	IDTF	AVEVA Connect	AVEVA AIM
開源/商業	開源 (IDTF 聯盟)	商業 (AVEVA)	商業 (AVEVA)
部署模式	本地 / 私有雲 / 混合雲	公有雲 (Azure)	公有雲 (透過 Connect)
供應商鎖定	無	中度 (依賴 AVEVA 生態)	高度 (深度綁定 AVEVA)
即時數據處理	✅ 核心功能 (NDH)	✅ 透過 Data Services	❌ 主要處理靜態數據
工程數據管理	⚠️ 透過 IADL/FDL	✅ 透過 AIM	✅ 核心功能
成本模型	低 (開源,無授權費)	高 (SaaS 訂閱制)	高 (SaaS 訂閱制)
靈活性與客製化	極高	中等	低

2. 系統詳細介紹

2.1. IDTF (Industrial Digital Twin Framework)

定義: IDTF 是一個**開放、中立、可擴展的工業數位分身框架**。它不僅僅是一個單一的產品,而是一套完整的、涵蓋從設計、部署到運維全生命週期的工具鏈和規範。其核心理念是「一次建立,隨處使用」(Build Once, Use Everywhere)。

核心組件:

- IADL (Industrial Asset Description Language):** 一種聲明式的 YAML 語言,用於定義資產的數據模型、3D 幾何、行為邏輯和數據接口。它是創建數位分身的「基因藍圖」。
- FDL (Factory Design Language):** 同樣是聲明式的 YAML 語言,用於描述工廠中資產的佈局、數量、位置和相互關係。它是構建虛擬工廠的「施工圖」。
- NDH (Neutral Data Hub):** 負責即時數據採集、處理、存儲,並管理 Asset Servants (資產服務實例) 的生命週期。它是數位分身運行的「心臟和神經系統」。
- Omniverse Connector:** 將 NDH 中的數位分身狀態即時同步到 NVIDIA Omniverse,實現高保真渲染和多用戶協同,提供極致的視覺體驗。

2.2. AVEVA Connect

定義: AVEVA Connect 是一個**開放、供應商中立、基於雲端的工業智慧平台**。它使用一組共享的軟體服務,旨在快速、可靠地整合工業數據、模型、應用程式和 AI/分析能力。

核心特性:

- **雲端整合平台:** 完全基於 Microsoft Azure,以 SaaS 模式交付,確保全球可用性和可擴展性。
- **共享服務:** 提供身份驗證、用戶管理、數據服務 (前身為 AVEVA Data Hub) 和整合服務等基礎能力。
- **應用生態系統:** 整合了 AVEVA 旗下的眾多強大產品,如 AVEVA PI System、AVEVA AIM、AVEVA Unified Engineering,並開放第三方應用接入。
- **協作環境:** 旨在打破數據孤島,促進跨部門、跨組織的數據共享和即時協作。

2.3. AVEVA AIM (Asset Information Management)

定義: AVEVA AIM 是一個功能強大的**基於 Web 的解決方案**,專注於支援用戶組織、驗證和協作資產的工程數據。它從多個來源和不同格式中聚合資訊,以創建和維護數位分身的核心。

核心特性:

- **工程數據聚合:** 專門處理 P&ID、3D 模型、規格書、文檔和點雲數據等工程數據。
 - **數據品質管理:** 基於 CFIHOS、ISO 15926 等行業標準進行數據驗證,確保數據的完整性、一致性和準確性。
 - **視覺化工具:** 提供可客製化的角色儀表板,以及強大的 3D 模型和 P&ID 導航功能。
 - **文檔管理:** 深度整合 Assai 文檔控制系統,提供版本控制和審批工作流,同時也保持對其他文檔管理系統的開放性。
-

3. 功能深度比較

3.1. 數據類型支援

數據類型	IDTF	AVEVA Connect	AVEVA AIM
即時 OT 數據	✔ 核心功能 (NDH)	✔ 透過 Data Services	✘ 不支援
時序數據	✔ 核心功能 (NDH)	✔ 透過 Data Services	✘ 不支援
工程數據 (1D/2D/3D)	✔ 核心功能 (IADL/FDL)	✔ 透過 AIM	✔ 核心功能
文檔與規格書	⚠ 有限支援 (可關聯)	✔ 透過 AIM	✔ 核心功能
點雲數據	⚠ 透過 Omniverse	✔ 透過 Point Cloud Mgr	✔ 核心功能
MES/ERP 數據	✔ 核心功能 (NDH)	✔ 透過整合	⚠ 有限支援

3.2. 工業協議支援

協議	IDTF (NDH)	AVEVA Connect	AVEVA AIM
OPC UA	✔ 原生支援	✔ 透過 PI System	✘ 不支援
SECS/GEM	✔ 原生支援	⚠ 需客製化	✘ 不支援
Modbus TCP	✔ 原生支援	✔ 透過 PI System	✘ 不支援
BACnet	✔ 原生支援	⚠ 需客製化	✘ 不支援
MQTT	✔ 原生支援	✔ 透過 PI System	✘ 不支援

3.3. 數據處理能力

能力	IDTF	AVEVA Connect	AVEVA AIM
即時數據處理	✔ 核心功能 (Kafka)	✔ Data Services	✗ 不支援
批次數據處理	✔ 透過 Spark/Flink 整合	✔ Azure Services	⚠ 有限支援
數據聚合與關聯	✔ 核心功能 (NDH)	✔ 核心功能	✔ 核心功能
數據驗證	⚠ 基本驗證	✔ 進階驗證	✔ 標準基礎驗證
數據轉換	✔ 核心功能 (NDH)	✔ Integration Studio	⚠ 有限支援

3.4. 整合能力

整合類型	IDTF	AVEVA Connect	AVEVA AIM
MES/ERP 整合	✔ 原生支援	✔ 透過連接器	⚠ 有限支援
CAD/BIM 整合	✔ 雙向整合	✔ 透過 AIM	✔ 核心功能
第三方應用	✔ 開放 API (MCP)	✔ CONNECT APIs	✔ CONNECT APIs
數據庫整合	✔ 可插拔 (多種)	✔ Azure 數據服務	⚠ 有限支援
AI/ML 整合	✔ 原生支援 (MCP)	✔ 內建 AI 服務	⚠ 有限支援

4. 架構比較

4.1. IDTF 架構

- 優勢:
 - ✔ **極致開放與中立**: 從數據庫到通訊協議,所有關鍵組件均可抽換,無任何供應商鎖定。
 - ✔ **設計與執行一體化**: IADL/FDL 負責靜態設計,NDH 負責動態執行,形成完整的生命週期閉環。
 - ✔ **高度靈活性**: 支援本地、私有雲和混合雲部署,企業可完全掌控其數據與基礎設施。

- **✓ 原生即時性:** 基於 Kafka 的事件驅動架構,專為毫秒級延遲的即時數據處理而設計。
- **✓ 成本效益:** 開源模式極大降低了初期投資和長期營運成本。
- **劣勢:**
 - **✗ 需要技術能力:** 靈活性和開放性帶來了更高的技術門檻,需要企業擁有自己的開發和運維團隊。
 - **✗ 生態系統尚在發展:** 雖然開放,但相較於 AVEVA 成熟的商業生態,其開箱即用的應用較少。
 - **✗ 需要自行實施合規性:** 企業需要自行確保系統滿足 ISO 27001、SOC 2 等安全合規標準。

4.2. AVEVA Connect 架構

- **優勢:**
 - **✓ 一站式整合平台:** 提供統一的工業智慧平台,整合了數據、應用和分析能力。
 - **✓ 雲端原生:** 基於 Azure,提供全球範圍內的高可用性和可擴展性,免去企業自建基礎設施的煩惱。
 - **✓ 豐富的生態系統:** 擁有大量成熟的 AVEVA 應用和第三方合作夥伴,可快速搭建解決方案。
 - **✓ 企業級安全與合規:** 繼承了 Azure 的安全性和合規認證,適合對安全有嚴格要求的大型企業。
- **劣勢:**
 - **✗ 成本高昂:** SaaS 訂閱費用是長期且巨大的開支。
 - **✗ 供應商鎖定:** 深度綁定 AVEVA 生態系統,遷移成本極高。
 - **✗ 雲端限制:** 目前僅支援 Azure,缺乏多雲部署的靈活性。
 - **✗ 客製化能力受限:** 作為一個標準化的 SaaS 平台,其客製化和深度開發的能力有限。

4.3. AVEVA AIM 架構

- **優勢:**

- **✔ 專注於工程數據:** 在處理 P&ID、3D 模型等工程數據方面是業界的黃金標準。
 - **✔ 數據品質保證:** 基於行業標準的數據驗證機制,確保了工程數據的準確性和一致性。
 - **✔ 強大的視覺化能力:** 提供卓越的 3D 模型和 P&ID 導航與關聯功能。
 - **✔ 優化工程交付:** 極大改善了從設計、建造到營運的數據交接流程。
- **劣勢:**
 - **✘ 缺乏即時性:** 完全不支援即時 OT 數據,使其在營運階段的價值受限。
 - **✘ 應用範圍狹窄:** 主要應用於資本專案和工程設計階段。
 - **✘ 高度供應商鎖定:** 深度綁定 AVEVA 的設計工具和生態系統。

5. 使用案例適用性

使用案例	推薦方案	理由
製造業即時監控與優化	IDTF	NDH 專為即時 OT 數據設計,原生支援 SECS/GEM 等製造業協議,成本效益最高。
大型資本專案 (EPC)	AVEVA Connect + AIM	業界標準解決方案,提供完整的工程數據管理、協作和交付能力。
中小型製造廠數位轉型	IDTF	成本效益極高,功能足夠滿足需求,且開放架構允許未來逐步擴展。
大型跨國企業數位化平台	AVEVA Connect	企業級平台,提供全球協作能力、豐富的應用生態和統一的安全管理。
棕地改造與舊廠升級	AVEVA AIM	專為處理和驗證現有工程數據而設計,是棕地數位化的理想起點。
需要高度客製化的數位分身	IDTF	完全開放的架構和 API,提供了無與倫比的靈活性和客製化能力。
專注於工程設計與交付	AVEVA AIM	如果核心需求是管理工程數據並確保順利交接,AIM 是最專注的工具。

6. 總擁有成本 (TCO) 比較

對一個中型製造廠 (約 500-1000 資產) 進行 5 年 TCO 分析,結果顯示了三種方案在成本結構上的巨大差異。

系統	5 年 TCO (估算)	主要成本驅動因素
IDTF	2.2M – 2.5M	初期實施服務、客製化開發和長期運維的人力成本。
AVEVA Connect	2.9M – 3.5M	高昂的 SaaS 訂閱費,按用戶數和資產規模計費,是持續性的巨大開支。
AVEVA AIM	1.9M – 2.2M	訂閱費用主要集中在工程設計階段,若僅用於此階段,長期成本相對較低。



成本分析:

- **IDTF** 的主要成本在於「人」,即需要有經驗的技術團隊進行開發和維護。雖然沒有軟體授權費,但人力成本是主要開銷。然而,這也意味著投資回報體現在企業內部知識和能力的積累。
- **AVEVA Connect** 的主要成本在於「授權」,企業需要為其全面的平台和服務支付高昂的年費。這降低了對內部技術團隊的依賴,但代價是長期的、高額的營運支出和供應商鎖定。
- **AVEVA AIM** 的成本結構介於兩者之間,但其價值主要體現在專案生命週期的前期。若要在營運階段發揮更大作用,通常需要與 PI System 或其他系統整合,這將進一步增加成本。

7. 結論與建議

IDTF、AVEVA Connect 和 AVEVA AIM 並非簡單的競爭關係,它們代表了三種不同的數位轉型路徑和哲學。選擇哪一個取決於企業的具體需求、技術成熟度、預算規模和長期戰略。

選擇 IDTF,如果您的企業:

-  **追求開放與自主:** 希望建立一個完全自主可控、無供應商鎖定的技術平台。
-  **以即時數據為核心:** 核心業務場景圍繞著即時的 OT 數據採集、處理和分析。

- **✓ 預算有限但技術實力雄厚:** 擁有強大的內部開發和運維團隊,希望將資金投入到內部能力建設而非外部授權。
- **✓ 需要高度客製化:** 現有商業解決方案無法滿足獨特的業務需求,需要深度客製化開發。

選擇 AVEVA Connect,如果您的企業:

- **✓ 是大型跨國企業:** 需要一個能夠支撐全球業務、跨國協作的企業級平台。
- **✓ 尋求一站式解決方案:** 希望從單一供應商處獲得從設計、營運到維護的全面解決方案和支援。
- **✓ 預算充足:** 擁有充足的預算來支付高昂的 SaaS 訂閱費用,以換取便利性和全面的功能。
- **✓ IT 資源有限:** 希望將基礎設施的運維和安全管理外包給雲端服務提供商。

選擇 AVEVA AIM,如果您的企業:

- **✓ 以工程為核心:** 主要業務是大型資本專案的設計、建造和交付 (如 EPC 公司)。
- **✓ 注重數據標準與交付品質:** 需要嚴格遵循行業標準 (如 ISO 15926),並確保向業主交付高質量的工程數據。
- **✓ 專注於專案前期:** 核心需求是管理專案前期的數據,並實現順暢的工程交接。

7.1. 未來趨勢：混合式解決方案的興起

一個日益明顯的趨勢是採用混合式架構,結合不同系統的優勢。例如,一個極具吸引力的方案是:

IDTF (NDH) + AVEVA AIM

這種模式下,**NDH** 負責處理其最擅長的即時 OT 數據,而 **AVEVA AIM** 則繼續作為管理靜態工程數據的黃金標準。透過 API 將兩者整合,企業可以在享受 NDH 即時、開放、低成本優勢的同時,繼續利用 AVEVA 在工程領域的深厚積累。這形成了一個功能強大且成本效益顯著的「兩全其美」的解決方案。

8. 參考資料

- [1] IDTF Consortium. (2025). *IDTF V3.5 GitHub Repository*. Retrieved from <https://github.com/chchlin1018/IDTF-V3.5>
- [2] AVEVA. (2025). *AVEVA Connect Industrial Intelligence Platform*. Retrieved from <https://www.aveva.com/en/solutions/connect/>
- [3] AVEVA. (2025). *AVEVA Asset Information Management*. Retrieved from <https://www.aveva.com/en/products/asset-information-management/>
- [4] AVEVA. (2025). *CONNECT data services*. Retrieved from <https://www.aveva.com/en/products/connect-data-services/>