

提高智慧電網系統的可靠性

為智慧電錶和智慧電網大規模部署提供精確、安全、靈活的半導體解決方案

作者：意法半導體供文

傳統電力公司透過電網將大量的電能從電廠輸送到千家萬戶。傳統電網實際上是中控架構，即單向傳輸電力的被動網路。

傳統電網即將成為歷史。現代電網有更多的線路、斷路器、電子元件、資訊和通訊協定。智慧電錶透過通道傳送用電資訊，然後再回饋到電廠和電網控制中心。

在今後 5 年內實現溫室氣體排放量較 1990 年降低 20% 的目標是推動電網智慧化的主要動力。

智慧電網是電子和通訊業的未來。但是，如何才能確保全球接受智慧電網？答案是通訊標準化和資料保護。

歐盟智慧電錶系統部署籌備建議(2012/148/EU)的發佈明確了電網智能化趨勢。該法令主要內容概括如下：

智慧電網讓消費者擁有更多的權利，准許使用再生能源和更高效的能源，減少溫室氣體排放量，創造更多的就業機會，推動企業技術研發，因此，成員國必須關注智慧電網進展，制訂政策實施指導，進行高效的分析。因為資料保護是每個參與者最關心的問題，所以成員國必須採用一致的資料安全保護機制，並宣傳智慧電錶技術的風險和好處，提高相關參與者的安全意識。大規模部署或試點專案有助於實現這個目標，為業界尋找最佳的智慧電網部署方法奠定基礎，為所有的參與者提供一個通過驗證且適合成員國實施的方法。

歐盟智慧電網籌備建議讓我們必須對下面的兩個智慧電網技術問題重新重視起來：

需要各方共同商定智慧電網通訊網路標準；在實現智慧電網和智慧電錶的同時，有關消費者

資料保護的基本權利必須得到保證

如何實現這些目標？

半導體系統單晶片(SoC)廠商正在努力研發能夠讓電力公司遠端抄表並管理電錶的解決方案。智慧電錶晶片廠商必須解決這兩個重要的技術問題，只有這樣才能確保智慧電網技術取得的成功。

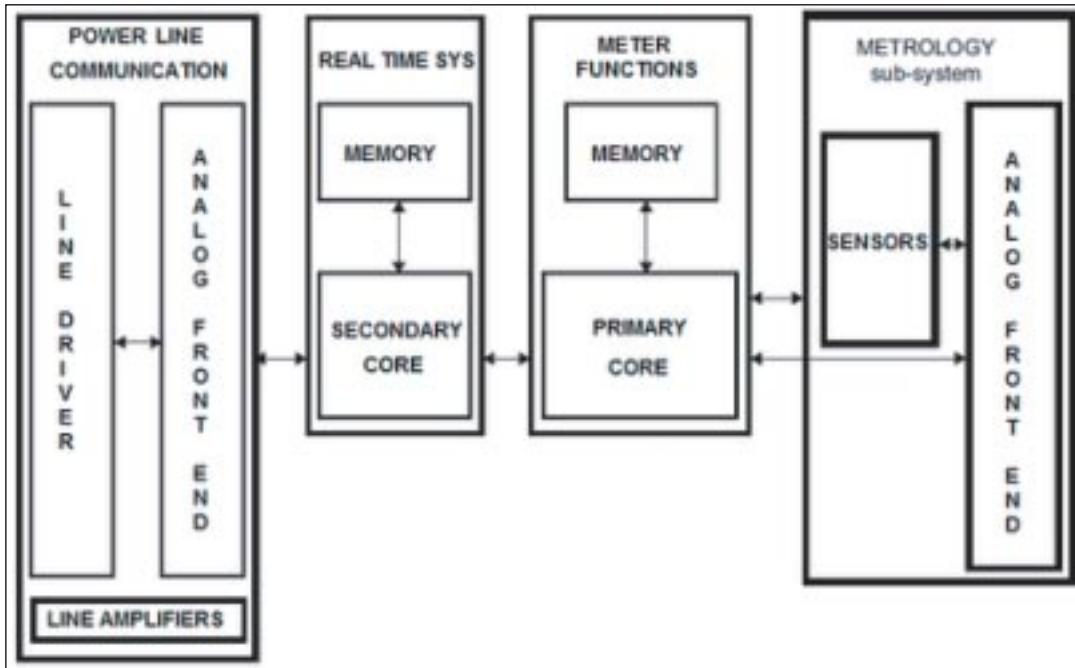
事實上，功能完整的系統單晶片(SoC)是智慧電網系統管理技術的發展趨勢，功能完整的系統單晶片應整合高精準度的電能計量晶片和配置靈活的可程式設計處理器。此外，智慧電錶系統單晶片還應含有通訊子系統，以便安全、高效地收發智慧電網監控資料。電纜兼作通訊媒介的電力線通訊(PLC)技術是今天最適合且應用最廣泛的智慧電網通訊技術。最後，資料傳輸應啟用先進的資料安全加密方法。透過精心巧妙設計，智慧電錶的所有功能都可以整合在一顆系統單晶片上，透過 PLC 技術將電錶資料送到資料獲取單元(DCU)。

因此，在單一晶片上整合可程式設計 PLC 數據機、高性能應用處理器和電能計量單元的系統單晶片(如圖 1 所示)是電力公司部署智慧電網和智慧電錶的最佳選擇。

目前有能力提供智慧電網整體解決方案的半導體公司為數不多，只有這些晶片企業才能為電力公司提供建構智慧電網系統所需的全部晶片。

特別是，作為智慧電網的組成部分，智慧電錶的設計實現效果是影響智慧電網系統總體性能的一個重要因素。本文重點闡述一個有效的智慧電錶計量過程配合標準化通訊協議透過智慧電網即時提供資料的重要意義和資料本身的安全性。半導體企

圖 1：最佳的智慧電錶系統單晶片架構包括主從數位內核、類比前端、電能計量和 PLC 子系統，主處理器內核用於管理電能表應用任務，從處理器用於管理通訊功能，PLC 子系統負責檢測電壓電流，並將訊號耦合到電力線。



業必須通力合作，制訂採用國際統一的通訊標準：在本國和本地區的智慧電錶系統單晶片中，通訊安全標準的使用應儘量透明，開發一個各種智慧電網通用的 PLC 技術。

智慧電錶系統的目標是：即時控制，電網適應性，再生能源發電入網，支援多種通訊標準。智慧電網系統必須使用物理路由器和軟體保護通訊標準的安全。智慧電網單元內的電流資訊必須安全可靠，以避免電能浪費，保證最佳化的端到端電能管理。

如前文所述，通訊標準只有全世界通用，智慧電錶整合方案才能成功，資料保護只有得到協力廠商認證，智慧電網電能管理才能得到最佳化。所有智慧電錶解決方案都必須可支援一些應用廣泛的通訊標準，例如，在 PLC 應用中，METERS AND MORE, PRIME G3-PLC 和 IEEE 1901.2。這些協定准許遠端配置，以保證安全有效的端到端通訊。此外，電能計量子系統應支援國際電能管理計量標準，確保計量子系統達到相關的精準度要求。

符合精準度要求和可支援各種通訊標準將有

助於研發一個嚴密保護、全球相容的智慧電錶系統。基於這種概念的智慧電錶系統單晶片可保證計量過程精確可靠，因為這種電錶可支援高精準度計量標準，例如，EN 50470-1, EN 50470-3, IEC 62053-21, IEC 62053-22 和 IEC 62053-23 1 級、0.5 級和 0.2 級標準。

下面我們討論如何利用高效智慧電錶系統單晶片提高智慧電網系統的總體可靠性。

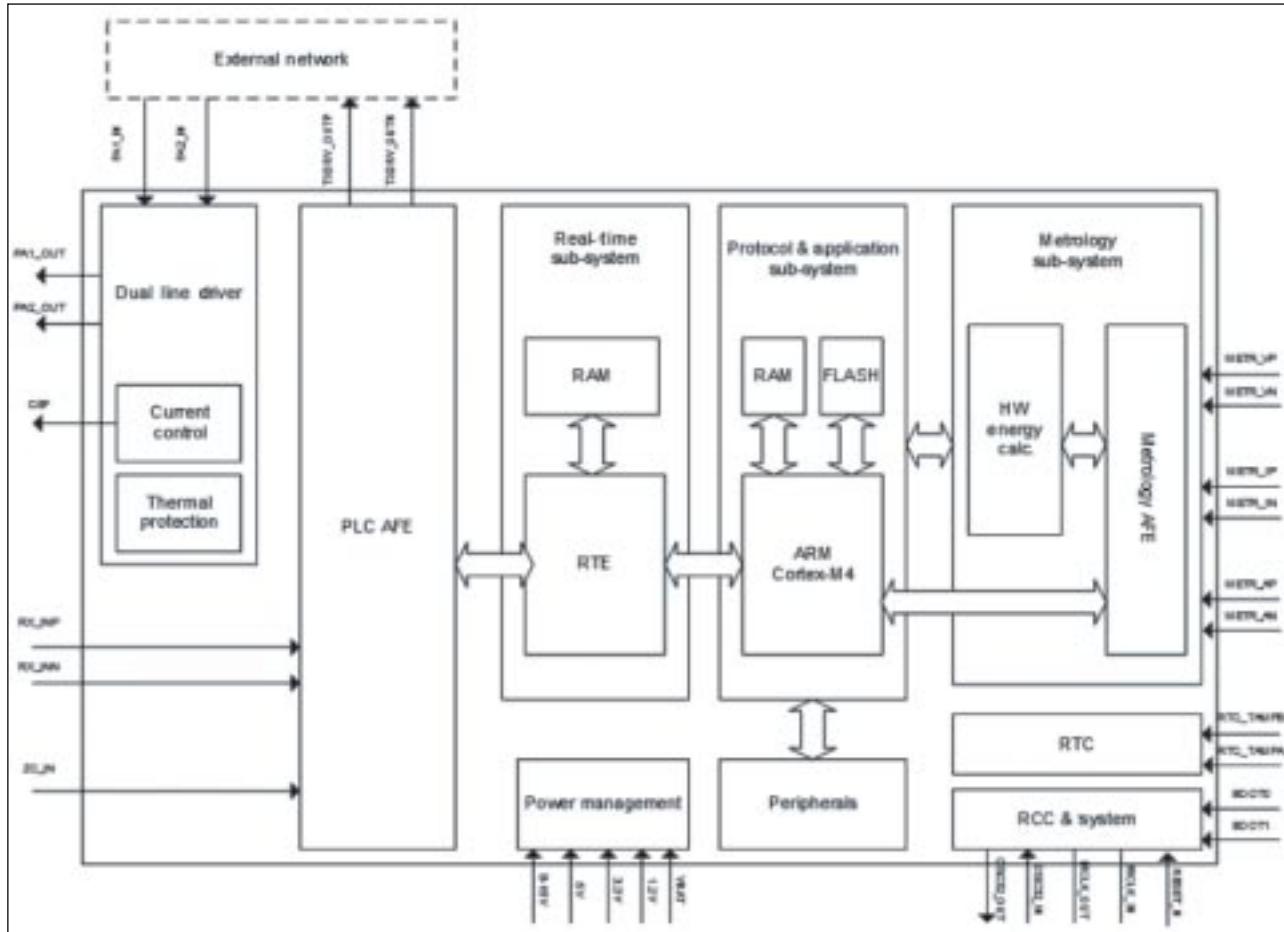
多核子系統

主從數位內核負責執行電錶應用程式和電能計量演算法。主處理器需借助硬連線的數位處理技術，按照標準化計量演算法，執行完整的高效的電能計算功能。從數文書處理器內核用於 PLC 訊號處理引擎，主要是執行即時 PLC 功能，保證即時控制通訊資料，而不影響主處理器的性能，同時將 PLC 通訊任務從關鍵通訊任務和應用固件中分離出來。主從內核都配有專用記憶體。

PLC 引擎直連高性能 PLC 前端晶片和線路驅動器，以確保訊號有效耦合至電力線，安全快速地控制訊號。計量子系統包括高精準度電壓電流感測器，經過濾波後，感測器輸入資料被送交主內核處理，然後再由從內核編碼，發送到資料獲取單元。

安全加密引擎用於保護資料通訊安全，確保資料傳輸失敗不會影響系統端到端的總體安全。

圖 2：STCOMET 智慧電錶系統單晶片框圖



意法半導體的 STCOMET 創新平台是一個高整合度智慧電錶系統單晶片的應用範例。

該解決方案包括可管理多個協議的完全可程式設計 PLC 訊號處理引擎和用於應用管理的整合可程式設計 SRAM 和快閃記憶體的 ARM 32 位元 Cortex-M4F 子系統(見圖 2)。

嵌入式電錶測量前端是透過 3 通道 24 位元 Sigma-Delta 轉換器實現的，可支援 0.2 級以上測量精準度和 4 kHz 頻寬。此外，晶片還整合先進的 AES 128/192/256 位元加密引擎，以實現通訊安全、隱私保護、資料完整性和安全驗證。內部 PLC 引擎的接收靈敏度極高，可支援高達 28V 峰對峰電平和覆蓋 500 kHz 頻寬的傳輸訊號，以充分利用全球許可的所有頻寬(CENELEC, FCC, ARIB)，同時確保最高的鏈路預算。

為提高應用靈活性，此款智慧電錶系統單晶片配備各種常用的通訊介面：USART, SPI, I²C, CAN。

在未來幾年，智慧電網技術擁有廣泛的發展前景，多功能整合、通訊標準化和端到端安全性對智慧電錶系統至關重要。

為滿足這些要求，許多電子廠商正在研發出色的智慧電網電錶產品，但是，只有為數不多的半導體公司能夠為這些廠商提供所需的產品和技術。