

# 精簡 ZigBee 3.0 開發進程

在家庭和工作場，低功耗無線網路越來越普遍，成為與生活和工作環境有關的“智慧”技術的基礎設施。他們在功耗方面有非常嚴格的要求，安全和易用性也成為消費者的重要因素。ZigBee 是最完善的低功耗無線網路協定。它建立在 IEEE802.15.4 標準之上，為無線網路應用的開發和運行提供了一個簡單而有力的框架。最新的 ZigBee 3.0 標準細化了此協定，方便下一代無線網路的開發。

■作者：恩智浦英國實驗室



## 簡介

近年來，小型、低價、通用微控制器的問世，使其在“智慧”技術領域廣泛地部署在消費者和商業產品中，尤其是在智慧手機方面。未來主要智慧技術的重點發展預計將在家庭和工作場所通過低功耗的無線網路，將有助於自動化和提高我們的生活和工作環境。最引人注目的例子是智慧照明系統，如燈具可以從感應器或使用者的設備自動控制，可能從一個智慧手機 app 控制。除此之外，潛在應用領域非常廣泛，如家庭空調和家庭監控安全是顯著的增長領域。將這些無線個人區域網路 (Wireless Personal Area Networks, WPANs) 集成到更大範圍的網路上，可以從 IP 連接的設備上遠端存取和控制無線個人區域網路，從而產生“物聯網”(Internet of Things, IoT)。

構成智慧家居和智慧建築基礎的無線網路對低功耗有著嚴格的要求，因為許多節點可能需要從電池或能量採集 (如太陽能) 中自行供電。因此，低資料速率和不頻繁的傳輸是這些節點的必需品，非路由節點也可以通過低功耗的睡眠模式來節約能源。IEEE802.15.4 協定標準的設想是為這些低功耗的無線網路連接提供簡單的星狀網路拓撲的基礎。在此網路環境中所有通信都需通過一個中央“協調員”節點—因此，任何其他兩個通信設備端的通信都需通過協調員、完成兩個躍點 (Hop) 進行通信。

最知名的低功耗無線網路協定是建立在 IEEE802.15.4 標準之上的 ZigBee。ZigBee 在 868、

915 和 2400 兆赫 (取決於區域) 的無線電波段運作。ZigBee 填補了 IEEE802.15.4 標準的高級網路功能，如自動化網路形成和資料包路由，以及使用者應用架構。IEEE802.15.4 網路的基本星型拓撲限制了無線網路的物理範圍，因為所有網路節點都必須在協調員的無線電波區域內。此中心路由節點還表示可能的單點故障。ZigBee 網路功能允許更精細的樹狀和網狀網路拓撲，其中可能包含許多“路由器”節點，允許節點之間的多跳通信，從而實現了一個大的空間覆蓋。樹狀拓撲使用節點之間的固定路由，而網狀拓撲允許任何兩個路由節點在無線電範圍內直接相互通信，讓節點之間有替代路由。因此，網狀網路具有高度彈性的基礎結構，能夠自動避開故障點。

## ZigBee 3.0

最新引進的 ZigBee 3.0 標準是為了更好地將 ZigBee WPANs 集成到很多方面，並加強了網路級的 ZigBee 節點安全選項。傳統上，ZigBee 標準提供了一些特定市場的“應用程式檔”，如 ZigBee 家庭自動化和 ZigBee 照明鏈接。ZigBee WPAN 採用特定的設定檔，將網路中的所有設備都使用同一設定檔。在 IoT 的精神底下，這些功能相當不同的設備/事物被放入在同一個網路區域裡，ZigBee 3.0 放寬了 ZigBee WPAN 的市場/設定檔要求。在 ZigBee 3.0 中沒有應用設定檔，不同市場部門的設備可以相互通信。實際上，這些設備可能無法通過交換有用的資料

進行通信達成所謂功能上的要求，但它們能夠為彼此提供網路級服務，例如網路連接和消息路由——換言之，無論其功能角色為何，這些設備都可以參與同一網路基礎結構。

ZigBee 標準始終包括保護節點之間通信的安全措施，但從未堅持使用它們來進行認證——產品的安全選擇留給製造商。ZigBee 網路級安全是由一個稱為“網路金鑰”的隨機生成的加密金鑰提供的，它被分發到網路中的每個節點，並由節點用來加密/解密它們之間的通信。網路金鑰在傳輸到新節點時本身是加密的，但是網路的漏洞取決於網路金鑰的保護程度。在應用佈建檔（如家庭自動化）中，網路金鑰由一個“信任中心”（通常是協調員）分發，並且通常使用預先配置的金鑰進行加密，這個預先配置的金鑰是信任中心及連接節點皆已知的。如果預先配置的金鑰是眾所周知的（對於網路中的所有節點可能都是相同的），那麼網路金鑰暴露的風險就很大。ZigBee 3.0 通過允許預先配置的金鑰從“安裝代碼”派送，ZigBee 3.0 為網路金鑰提供了增強的保護。為一個節點隨機生成單一安裝代碼，並在生產過程中將其編程到節點裡。節點中的 ZigBee 協定棧從該代碼派生一個加密金鑰。安裝代碼還通過未指定的方法傳達給節點的安裝程式，使用者將其輸入到網路信任中心節點中，從而從中派生出相同的加密金鑰。然後，此金鑰用於在將網路金鑰從信任中心傳輸到連接節點時保護其安全。因此，網路金鑰使用不同的預配置金鑰來保護每個連接節點，並且此金鑰從不在參與節點之外公開。

對於安全性要求較低的網路，ZigBee 3.0 引入了“分散式安全”選項。在分散式安全網路中，沒有協調員，也沒有通過信任中心進行集中式的安全管理。網路僅由路由器和終端設備組成，任何路由器都可以對網路上的其他設備進行身份驗證。操作安全性基於網路金鑰，當傳遞到連接節點時，此金鑰使用預先配置的金鑰進行加密。相同的預配置金鑰必須預先程式設計到網路的所有節點。分散式安全網路中的一個調試選項是使用 Touchlink 調試，它有自己的預配

置金鑰。

ZigBee 對軟體更新所提供的空中更新 (Over-The-Air, OTA) 升級功能可確保已部署於網路領域裡的設備上的應用程式可以無縫地遷移到 ZigBee 3.0。OTA 升級是可選的功能，鼓勵製造商支援其 ZigBee 產品。ZigBee 3.0 持續支援 ZigBee 綠色電力 (GP)。綠色電源規範提供了一種簡化的協定，以最大限度地減少通過能量採集自我供電的設備的功耗。GP 設備只能傳輸，他們使用一組特定的命令，允許短資料包和最短傳輸時間。由於它們不需要接收，這些設備在不傳輸時可以保持無動力。它們通常只是通過使用者交互啟動的設備（如電燈開關）。

將一個 ZigBee WPAN 集成到“物聯網”中需要一個 IoT 閘道。資料訊息作為 WPAN 中 IEEE802.15.4 空中更新資料包，但也作為 WPAN 之外的 IP 資料包方式存在。IoT 閘道同時在這兩個數據包類型之間轉換消息。該裝置包括一種稱為“ZigBee 控制橋”的設備，它處理 ZigBee 端的介面。控制橋也可以充當 ZigBee WPAN 的協調員和/或信任中心。IP 連接的設備（如平板電腦）可以運行一個應用程式，提供圖形化使用者介面，與 ZigBee 協定控制橋進行交互通信，以便監視和控制 WPAN 中的節點。

## 恩智浦 ZigBee 平台

恩智浦長期參與 ZigBee 應用相關的硬體和軟體平台開發。恩智浦 JN516x and JN517x 無線微控制器產品系列即以 ZigBee 標準為主體開發，優化硬體平台以形成網路節點的心臟。JN5169 和 JN5179 設備可用於現成的模組，可以快速、方便地將其集成到原型和最終產品中，以簡化節點的開發。這些設備由全面的硬體和軟體套件支援，以實現快速和簡化的 ZigBee 應用程式開發。ZigBee 應用範例也可直接使用作為開發定制應用的基礎。

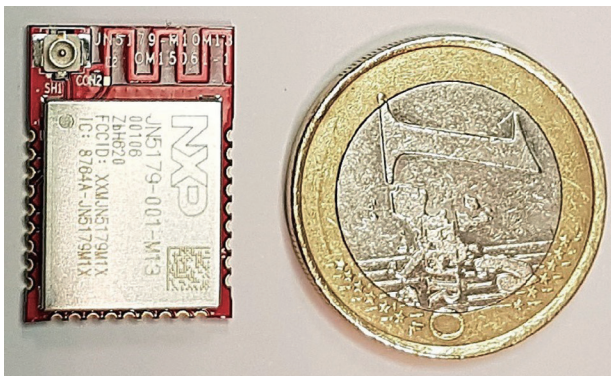
恩智浦的 JN516x 和 JN517x 系列無線微控制器，廣泛部署在世界各地的智慧家居和智慧照明系

統。它們是極低功耗、高性能的硬體平台，具有集成的 IEEE802.15.4 相容的 2.4GHz 收發器，是針對 ZigBee WPANs 和其他基於 IEEE802.15.4 的無線網路的硬體平台。低功耗和睡眠模式使它們非常適合在電池或能量採集供電的無線節點上進行部署，例如睡眠模式電流低至 0.6 $\mu$ A。JN517x 系列的低功耗表現是同級系列產品中表現最佳。

所有的 JN516x 和 JN517x 平台都有一個 AES 128 位元加密引擎，內置在硬體中，用於高速、安全的通信。它們還支援可連接到設備的 SPI 匯流排的加密外部快閃記憶體。安全是這些設備的一個重要功能，通過 JTAG 防止惡意訪問，此介面可以鎖定。

這些平台提供了相當多的數位和類比外設，允許它們與在智慧型網路節點上的感應器和顯示器對接。它們的嵌入式快閃記憶體可確保通過接收空中更新的韌體升級來保持電流，同時還可以在網路中執行其功能角色。

JN5169 和 JN5179 是旗艦晶片，提供了最多的單晶片記憶體 (512KB 快閃記憶體，32KB RAM 和 4KB EEPROM)。這些晶片可以預先安裝在包含整體 JN5179 模組大小相當於一個歐元硬幣



和外部天線選項的模組上，並且可以很容易地部署在專有的主機板上。這些模組為 ZigBee 3.0 解決方案的快速開發提供了現成的平台，允許快速的產品導入和最小的硬體投資。他們在北美和歐盟已具備 FCC/CE 預認證，因此不需要 RF 設計和測試。

作為微控制器與模組的單一供應商，恩智浦提供了一個簡易路徑協助客戶從微控制器到模組化集成再到大量生產的規劃。

## 恩智浦 ZigBee 軟體支援

JN516x 和 JN517x 無線微控制器由綜合軟體資源支援，簡化和協助開發完整的 ZigBee 3.0 網路解決方案。軟體開發工具組 (SDK) 提供了所有必需的 ZigBee 3.0 軟體資源，並可作為基於 Eclipse 的整合式開發環境中自訂應用程式開發的架構 (Eclipse-based Integrated Development Environments, IDEs)。作為自訂應用程式編碼的起點，應用程式範本還可用於 ZigBee 照明和 ZigBee 佔用集的關鍵設備，包括一個用於物聯網的 ZigBee 控制橋。所有這些資源都是免費提供的，可以部署在我們的 JN516x-EK004 和 JN517x-DK005 硬體套件的元件上。

恩智浦 ZigBee 解決方案已經過徹底測試，並與市場上已部署的其他 ZigBee 解決方案完全交互操作。我們的解決方案還通過了大型網路測試 (LNTs)，這表明了我們的 ZigBee 協定棧的穩定性。我們以客戶要求出發，不斷進行大型網路測試，以符合未來需求。

若想了解更多恩智浦 ZigBee 解決方案，請參閱 [www.nxp.com/zigbee](http://www.nxp.com/zigbee)。CTA

下期預告  
智慧醫療