

一手掌握的世界 —— 手機中的無線通訊電路

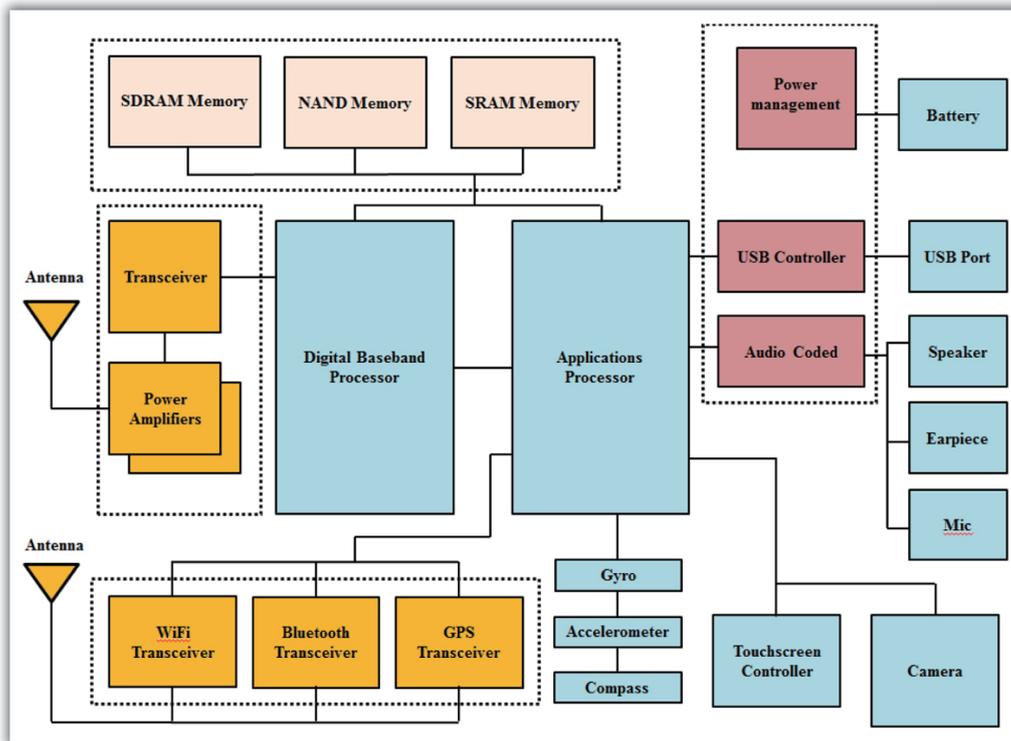
毛紹綱／臺大電機系教授

你／妳有手機嗎？根據國外公司 Tomi Ahonen 研究指出，至 2012 年底，全球已經有 52 億手機用戶，而卻只有 42 億人擁有牙刷。報告並顯示，普通人平均每天會看手機 150 次，去掉每天睡眠時間，在醒著時平均每 6.5 分鐘會看一次手機。手機的出現拉近了人與人的距離，現代人幾乎隨時隨地都離不開手機，除了工作和通訊的需要，吃飯、睡覺、甚至上廁所都要牢牢地握著手機。手機的確使人類愈發強大，有了它，全世界都能掌握在手中。因此它的技術與功能就更形複雜與多樣，可以說幾乎涵蓋電機系十個專長領域，包括自動控制、計算機、通訊與信號處理、電子設計自動化、光電、電波、積體電路與系統、醫工、奈米電子，以及電力。

現在，就讓我們拆開 iPhone 5 的手機，瞧一瞧葫蘆裡賣的是甚麼膏藥，如圖一所示，它主要有六大部分，前蓋、後蓋、機箱、電池、相機模組、以及主電路板。其中，主電路板包含的功能方塊電路圖，如圖二所示，在此，可看到將這麼多複雜的電路整合到如此小的一個主電路板上（圖一），是一個多麼浩大的工程。然而，為達成科學進步以增進人類福祉的使命，電機工程學系每個學生都該義無反顧地迎向這個挑戰。在此，本文章將著重於收發無線訊號的通訊電路介紹，也就是通訊網路架構中的實體層（Physical Layer）電路。



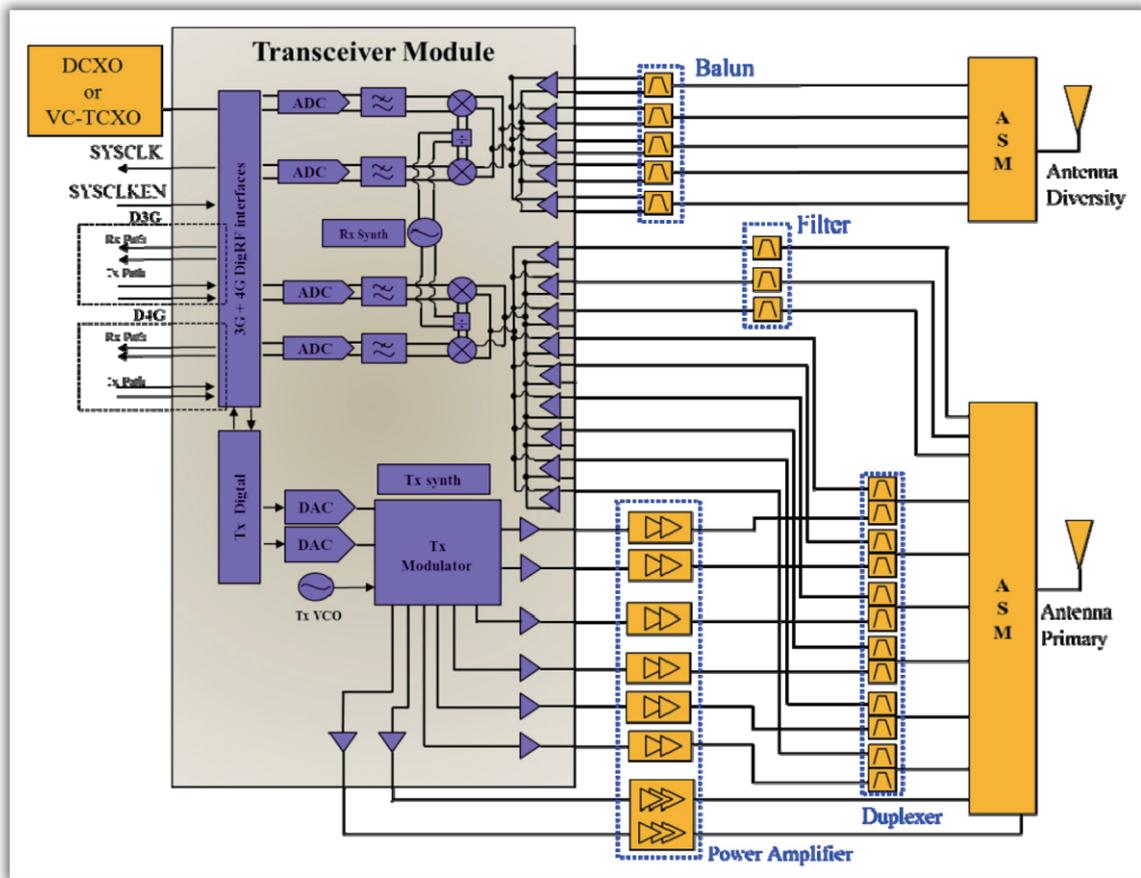
圖一 iPhone 5 手機拆解圖 (www.ifixit.com)



圖二 主電路板功能方塊電路圖

隨著時代的演進，各式行動通訊技術如雨後春筍般相繼問世，從 1G（First Generation）的語音通訊演變成 2G（Second Generation）的數位通訊，甚至是 3G（Third Generation）、B3G（Beyond Third Generation）以及目前的 4G（Forth Generation）。在單一終端設備上同時進行多種無線訊號傳送與接收的多頻多模（Multi-band, Multi-mode）設計概念漸趨風行，如高階智慧型手機（Smart Phone）與平板電腦（Tablet）中同時整合 GSM（Global System for mobile communication）、GPRS（General Packet Radio Service）、EDGE（Enhanced Data rates for GSM Evolution）、WCDMA（Wideband Code Division Multiple access）、HSPA（High Speed Packet Access）、WiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access）、LTE（Long Term Evolution）、LTE-A（Long Term Evolution-Advanced）等 2G、3G、4G 無線廣域網路（Wireless Wide Area Network, WWAN），以及無線區域網路（Wireless Local area Network, WLAN）如 WiFi（Wireless Fidelity）或藍牙（Bluetooth）等無線個人區域網路（Wireless Personal area network, WPAN），讓行動式終端工具的可實現通訊技術持續累加，成為一機多工的多標準通訊設備。目前為了要符合全球各地不同的通訊系統，行動終端設備至少多到十個不同頻段的上傳發射與接收的訊號路徑，整個多標準共容射頻前端電路功能電路示意圖如圖三。

在一個車水馬龍的交會路口，每條道路上行走不同車種，例如：載重大且慢速度移動的大卡車，追求疾速的跑車，輕巧且機動性高的機車等，如何使每個車道各司其職且交通流量順暢？以行動電話手機為例，各式車種代表著不同特性的射頻訊號，如高功率但低速率的 GSM 訊號是大卡車，注重傳輸訊號品質與速度的 4G 訊號是跑車，而機車就是 WiFi、BT、GPS（Global Position System）等機動性高且功率小的訊號。射頻前端模組就正好扮演著架構所有多頻多模的射頻訊號流暢運作的交通樞紐角色，以便讓所需存取的無線訊號發出或收進行動電話手機。隨著近幾年的通訊發展，這些所謂訊號路徑的大道，已經變得日益擁擠，從最早的雙頻、三頻、四頻，並且還要處理其他的「輸出入射頻」訊號，如：藍芽、無線區域網路 WiFi、全球定位系統，當然還有現今主流的 WiMAX 和 LTE（Long



圖三 多標準兼容射頻前端電路示意圖

Term Evolution，長期演進技術）等。射頻前端模組包括主動電路如功率放大器（Power Amplifier）、天線開關模組（Antenna Switch Module）、以及被動電路如濾波器（Filter）、巴倫（Balun）、雙工器（Duplexer）與天線（Antenna）等。然而這些散佈在收發機（Transceiver）之外的射頻元件數目，隨著需涵蓋不同國家的不同無線通訊系統操作頻段而大量增加，造成輕巧與低成本的手持式設備的一大挑戰。

因此，當你隨意自在地使用那支輕薄短小的手機悠遊網路世界時，別忘了這些都是電機工程師辛勤工作的成果，而透過下一代的手機來連結成更美好的世界，正等著你／妳來開創。藉由 William Blake 的「Auguries of Innocence」前面四句，我們互相勉勵。

*To see a world in a grain of handset
And a heaven in a wild flower,
Hold infinity in the palm of your hand
And eternity in an hour.*

Inspired by William Blake