

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別:實習)

赴德國、瑞典實習

『第三代行動通信無線進階技術』

出國報告書

服務機關: 中華電信股份有限公司網路處

出國人員: 林 宇 通

職 稱: 副工程師

出國地點: 德國、瑞典

出國期間: 自 91 年 9 月 8 日至 91 年 9 月 21 日

報告日期: 92 年 5 月

176/
C09103446

系統識別號:C09103446

公務出國報告提要

頁數: 41 含附件: 否

報告名稱:

第三代行動通信無線進階技術

主辦機關:

中華電信股份有限公司

聯絡人/電話:

姜學民/23445405

出國人員:

林字通 中華電信股份有限公司 網路處 副工程師

出國類別: 實習

出國地區: 德國 瑞典

出國期間: 民國 91 年 09 月 08 日 ~ 民國 91 年 09 月 21 日

報告日期: 民國 92 年 05 月 20 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: WCDMA 無線接取技術特性,UTRAN 網路架構,UTRAN 網路元件功能

內容摘要: 為滿足本公司第二代行動通信用戶頻寬需求以及延續在行動通信市場之競爭優勢,本公司於民國 91 年初參與電信總局第三代行動通信頻譜拍賣作業,歷經多次競標,終以 101.79 億元新台幣取得 D 執照,並經由多方評量決定以 WCDMA 為未來網路建設技術標準,同時考量 3GPP 規範頒行及技術演進情形,以及各通信大廠產品研發時程,初期先依 R99 版本建置。因為 WCDMA 無線接取技術乃為商用行動通信之新嚐試,對本公司相關行動通信業務維運技術人員而言亦為新的挑戰,因此本報告先對其技術特性作一初步探討,進而介紹整個 WCDMA 無線接取網路架構全貌,以及各網路邏輯元件之功能、介面關係,提供本公司有關業務維運技術人員參考,使其對未來建設之第三代行動通信系統有初步之認識,期望有助於第三代行動通信系統建設工作之執行,使公司能適時切入此新服務領域。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

內容及項次

第1章 前言	1
第2章 行程	2
第3章 第三代行動通信無線進接技術	3
3.1 標準	3
3.2 寬頻劃碼多重接取 (WCDMA) 技術特性	6
第4章 WCDMA 無線接取網路	27
4.1 WCDMA 無線接取網路架構	28
4.2 WCDMA 無線接取網路功能	29
4.3 網路控制器 (RNC)	32
4.4 基地台 (Node B)	38
第5章 感想與建議	39

第 1 章 前言

行動電話服務已成為今日社會活動必備工具，公司從民 78 年引進美規 AMPS (Advance Mobile Phone System) 行動電話系統服務以來，廣受用戶青睞，更造成門號供不應求現象。後因社會環境持續蓬勃，資訊需求殷切，以及通信科技日亦精進，AMPS 系統漸無法滿足用戶需求，而引進泛歐數位式行動電話系統，GSM (Global System for Mobile communication)，以解決當時容量及功能之需求。

隨著電信自由化政策之執行，促使台灣行動電話用戶數達於高峰，一舉超越傳統固定電話數，整體行動電話持有率高居全球第三。因此用戶之成長漸趨飽和，各業者為保有故有市場，除致力於改善現有網路之服務品質外，更著重於多樣化服務之開發。

為提供用戶更高頻寬、高數據速率以及服務個人化需求，本公司於 91 年初參與電信總局第三代行動通信系統頻譜拍賣作業中與其他五家公司，歷經 19 天 180 回合之激烈競標後以 101.79 億元 (新台幣) 取得 D 執照。同時參酌第三代行動通信系統之技術趨勢以及既有第二代 GSM 系統之演進，為使用戶能順利移轉及提供無縫隙的服務，規劃未來第三代行動通信系統網路之建設採歐規全球行動通信系統 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)，其無線進接技術仍採劃頻雙工 (Frequency Division Duplex; FDD) 模式，又稱為寬頻劃碼接取 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) 技術。

為因應未來第三代行動電話系統建設、維運需要，職奉總公司信人二字第 91A3500706 號函赴德國、瑞典實習「第三代行動通信無線進接技術」，期能習得相關先進技術以為工作需要。

本篇報告以五個章節分別介紹第三代無線通信之無線進接技術規格制定、演進狀況、相關基本技術理論以及個人之感想與建議，提供公司同仁參考，建立基本技術基礎，期能對公司未來引進之第三代行動通信服務有所助益。

第 2 章 行程

9 月 8、9 日	行程：臺北 — 慕尼黑（德國）
9 月 10 ~ 13 日	實習：UMTS-FDD UU Interface UMTS-FDD RF Planning GSM/UMTS Co-operation UMTS-FDD System Optimization
9 月 14 ~ 15 日	假日、行程：慕尼黑（德國）— 斯德哥爾摩（瑞典）
9 月 16 ~ 19 日	實習：Radio Interface Radio Network Planning RAN Dimension 2G/3G Interworking and Network Optimization
9 月 20 ~ 21 日	返程：斯德哥爾摩（瑞典）— 臺北

第 3 章 第三代行動通信無線進接技術

3.1 標準

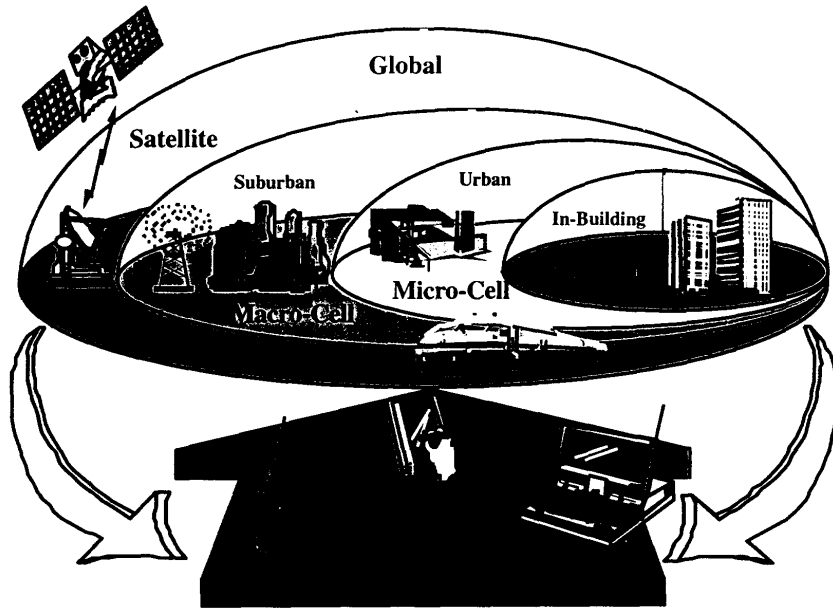
由於全球行動通信市場的快速成長以及行動通信用戶無線上網之需求，促成新服務型態（如數據、影音、多媒體傳輸．．．等）及高速數據傳輸之提供，造成未來行動通信系統的容量需求大量提增，現有第二代行動通信系統已漸無法滿足此需求，因此需要新的頻段、新的技術以迎接無線網際網路之來臨。

國際電信聯盟（International Telecommunications Union；ITU）為實現全球無間隙的行動通信服務，徵求各區域性行動通信標準制定組織提出各自的第三代系統標準提案（Proposals），希望能尋求共識，整合現有及發展中的多種區域性的行動通信系統標準，以便能制定出全球的第三代行動通信系統標準－國際行動電信 2000；簡稱 IMT-2000）。根據 ITU 對 IMT-2000 之要求，未來行動通信系統必須提供：

- (1) 全球普遍且無間隙的涵蓋
- (2) 更優質的語音通信
- (3) 廣泛的服務型態
- (4) 支援高速（384kbps 或甚至 Mbps）寬頻數據傳輸
- (5) 提高頻譜使用效率（能更有效使用頻率資源）

ITU 期望 IMT-2000 為一全球性的行動通信標準，將提供全球普遍且無間隙的系統覆蓋、高品質與多樣化的寬頻服務。在數據傳輸速率方面，IMT-2000 針對不同服務環境有不同的速率要求，如圖一所示：對於室內或微微細胞（Pico Cell）的服務環境，IMT-2000 需提供 2 Mbps 以上的數據傳輸速率；對於都會區戶外或微細胞（Micro Cell）的服務環境、須提供 384 kbps 以上的數據傳輸速率；對於郊區、鄉村地區等大細胞（Macro Cell）的服

務環境，則須提供 144 kbps 以上的數據傳輸速率；至於將來由衛星行動通信系統所提供覆蓋的巨細胞 (Mega Cell) 的服務環境，亦須能提供 9.6 kbps 以上的數據傳輸速率。

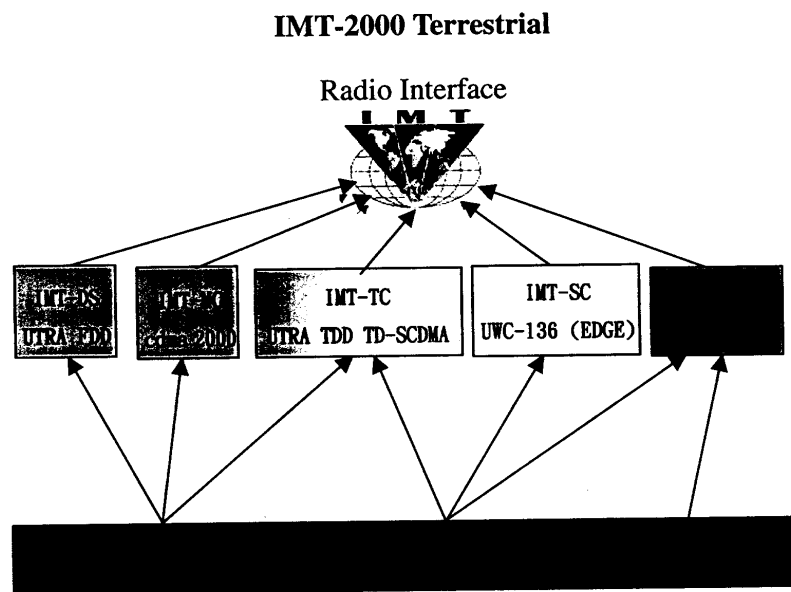


Integration with the Fixed Network

圖一 IMT-2000 對不同服務環境之數據速率要求

ITU 是在 1998 年六月底之前受理各界的提案，提案受理截止時，共收到由各地區性標準制定組織所提出的十六個無線傳輸技術提案，其中十個屬於陸地行動通信系統，另外六個則為衛星行動通信系統。在陸地行動通信系統無線傳輸技術部分，雖然韓國與大陸也有提案，但仍是歐、日、美三方在主導，技術方面主

要還是以歐規寬頻劃碼多重接取 (Wide-band Code Division Multiple Access ; WCDMA) 與美規劃碼多重接取 2000 (CDMA2000) 為主。ITU 雖然試圖制定第三代系統為一全球整合標準，但是由於牽涉到各廠商與政府間的龐大商業利益，經由國際通信標準組織 (ITU Telecommunication standardization sector ; ITU-T) 的協調小組 (Organization Harmonization Group, OHG) 冗長的評估與協調，終於 1999 年 11 月在赫爾辛基的會議中達成共識，未來第三代行動通信系統將不會是單一運作模式的系統，在考量第二代行動通信系統市場的現實下，未來將採取系統家族 (family of system) 的架構，如圖二所示。



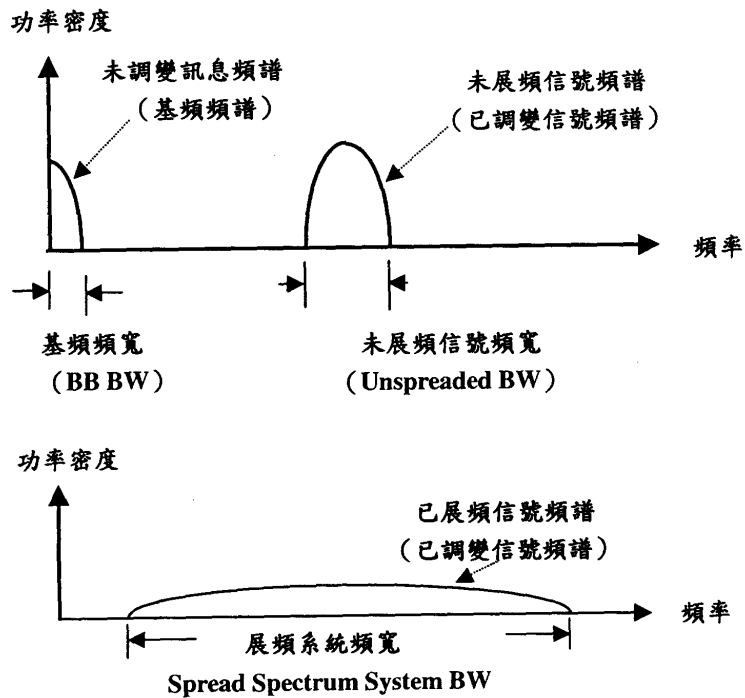
圖二 IMT-2000 無線電介面技術標準

3.2 寬頻劃碼多重接取 (WCDMA) 技術特性

第三代 UMTS 系統的無線電介面是採用直序展頻劃碼多重接取 (Direct Sequence Code Division Multiple Access ; DS-CDMA) 技術，其使用展頻碼速率 (Chip Rate) 較美規第二代 IS-95 高，展頻後之頻寬也較寬 (5MHz)，因此稱為寬頻劃碼多重接取，以別於 IS-95 系統窄頻 CDMA 技術。

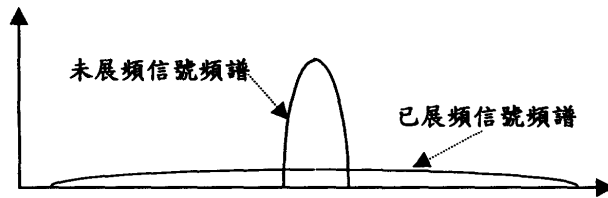
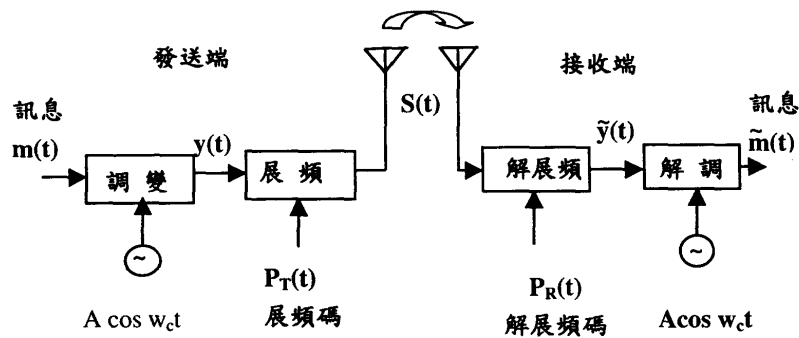
3.2.1 展頻通訊 (Spread Spectrum)

所謂展頻通信為一個通信系統以某種特殊方式或信號來擴展 (Spread) 其所欲傳送訊息的頻譜，使其所傳送訊息的系統頻寬 (System BW) 遠大於傳送此訊息所需的基頻頻寬 (Baseband BW)，如圖三所示。



圖三 展頻概念與展頻系統信號頻譜

典型的展頻通訊系統模型如圖四所示，訊息在發送端經展頻作用後，在接收端經解展頻程序，即可還原為原來的訊息。發送端在作展頻時，須使用展頻碼 (Spreading Code)；接收端在作解展頻時亦須使用解展頻碼 (De-Spreading Code)，實用上展頻碼與解展頻碼必須完全相同，即 $P_T(t)=P_R(t)=P_C(t)$ 。



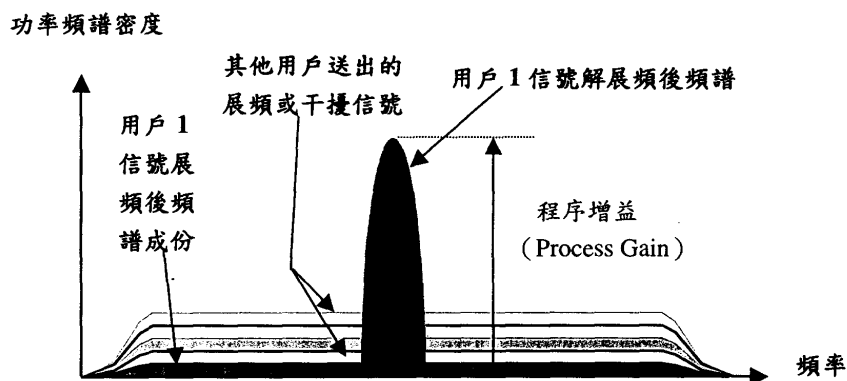
圖四 典型的展頻通訊系統模型

解展頻程序可將欲接收的展頻信號功率頻譜聚合起來，並將其他信號源送出的不想要的展頻或干擾信號 (Unwanted power from other sources) 擴展為更寬廣的頻譜，使其影響在通過接收機的匹配濾波器 (Matched Filter) 後大為降低。因此，解展頻程序之作用，相當於在提高欲接收展頻信號的

信號雜訊比 (S/N)，如圖五所示。展頻系統之解展頻程序，其程序增益 (Process Gain; GP) 可以下式估算：

$$G_p = \text{展頻系統頻寬 (System BW)} / \text{訊習基頻頻寬 (Baseband BW)}$$

展頻系統之程序增益愈大，則系統性能愈佳，可以使得傳輸距離愈遠 (即基地台蓋愈佳) 或系統容量愈大 (即每個載波頻道可收容愈多用戶或數據傳輸的總疏通量愈大)。

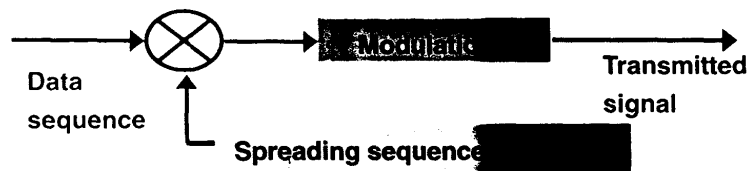
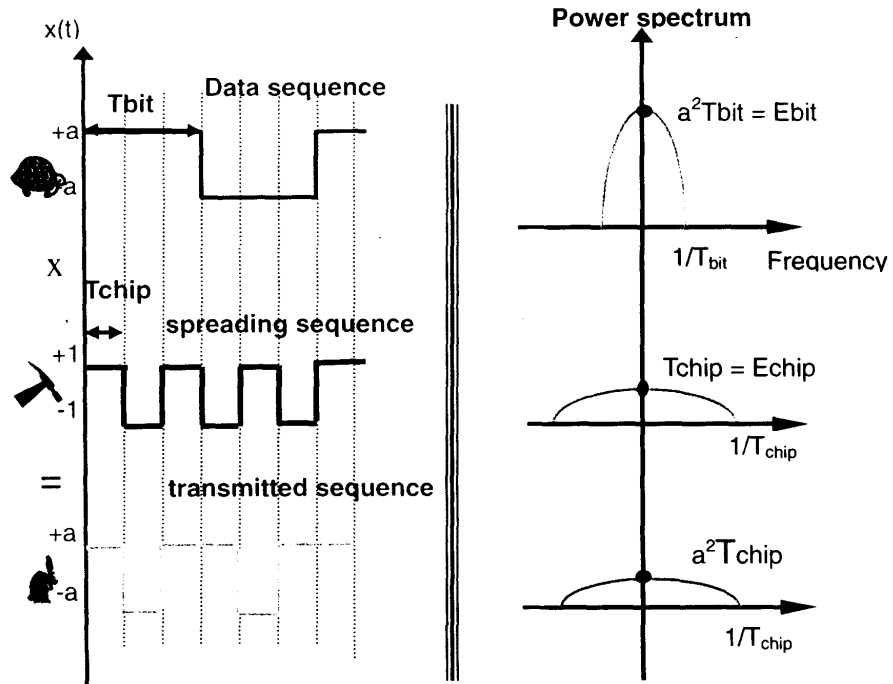


圖五 解展頻程序的作用及程序增益

第三代行動通信 WCDMA 系統所使用展頻技術為直序展頻劃碼多重接取 (DS-SS) 技術，即利用一個速率遠較所欲傳送訊息速率為高 (3.84Mcps) 的二進位雙極不規零 (Polar NRZ) 模擬隨機碼 (Pseudo-random Sequence; PN)，為展頻碼，並以振幅調變 (Amplitude Modulated，即相乘) 的方式來擴展其所欲傳送訊息之頻譜，圖六、七分別表示送、收端執行直序展頻及解直序展頻示意圖，其展頻碼速率與訊息速率的比，稱為展頻因子 (Spreading Factor)；

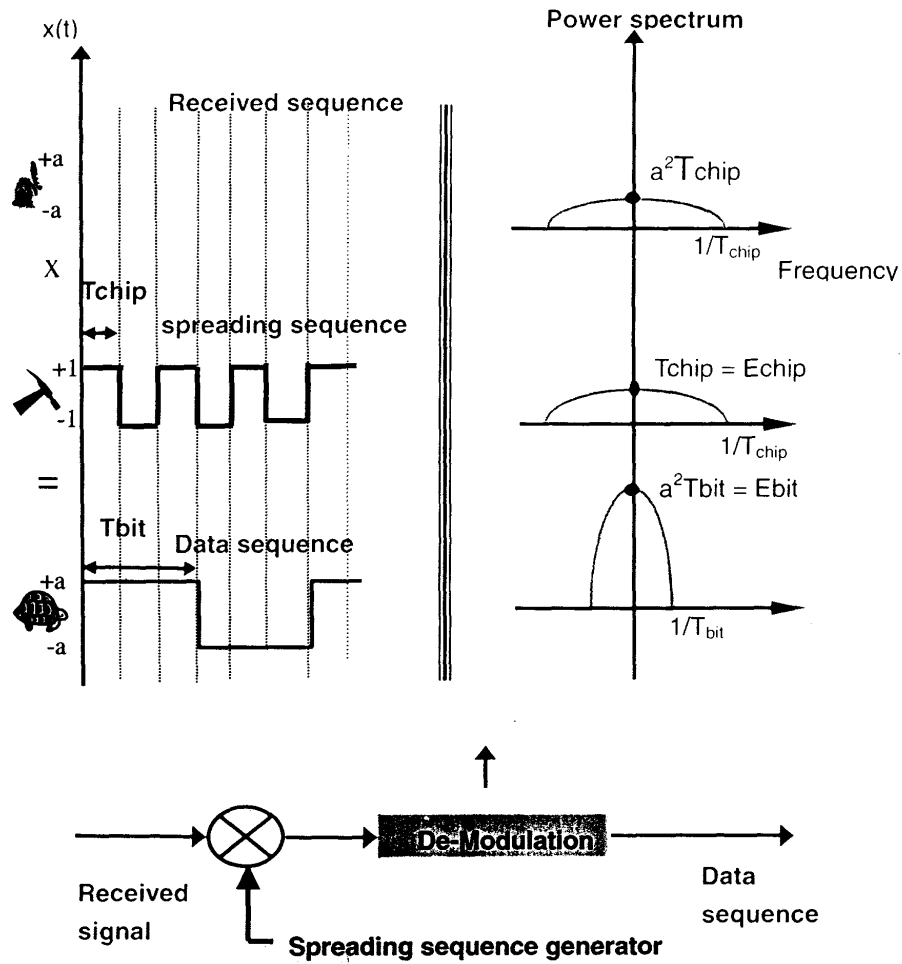
SF)。

傳送端：



圖六 發送端直序展頻示意圖

接收端：



圖七 接收端解直序展頻示意圖

由於第三代行動通信系統必須支援多重服務，而不同類型服務所需傳送的訊息速率並不相同，因此 WCDMA 系統針對不同服務類型所使用的展頻因子亦不同，故稱為可變展頻因

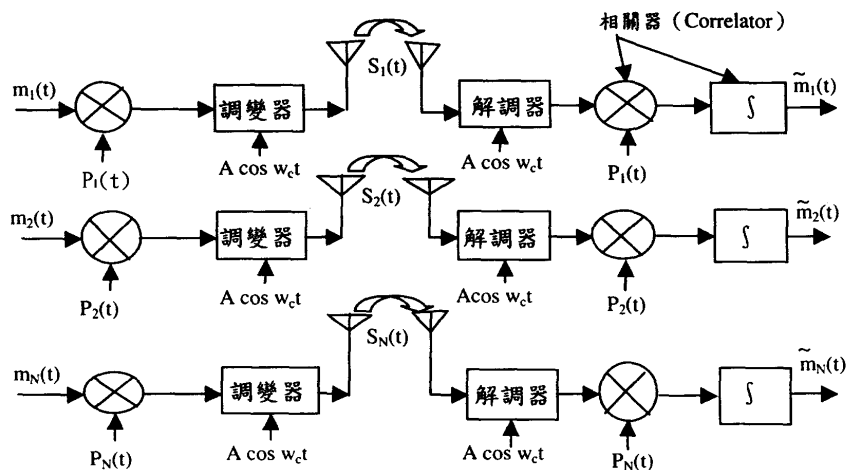
子 (Variable Spreading Factor)。

圖八所示系統共有 N 個客戶，不同客戶傳送的訊息可以使用相同之無線電頻道同時送出，但必須佔用不同之碼通道，即使用不同之展頻碼作直序展頻。接收端欲接收特定客戶所傳送的訊息，亦須使用該特定客戶相同的展頻碼，才能執行解直序展頻程序。為使接收機能區分出這些佔用相同頻道、相同時段的信號起見，不同客戶所使用之展頻碼除須具備惟一性 (uniqueness) 外，尚須具有非常好的相關 (correlation) 特性，即需滿足下列二式：

$$\int P_i^2(t) dt = 1 \quad ; 1 \leq i \leq N$$

$$\int P_i(t) \cdot P_j(t) dt = 0 \quad ; i \neq j, \quad 1 \leq i, j \leq N$$

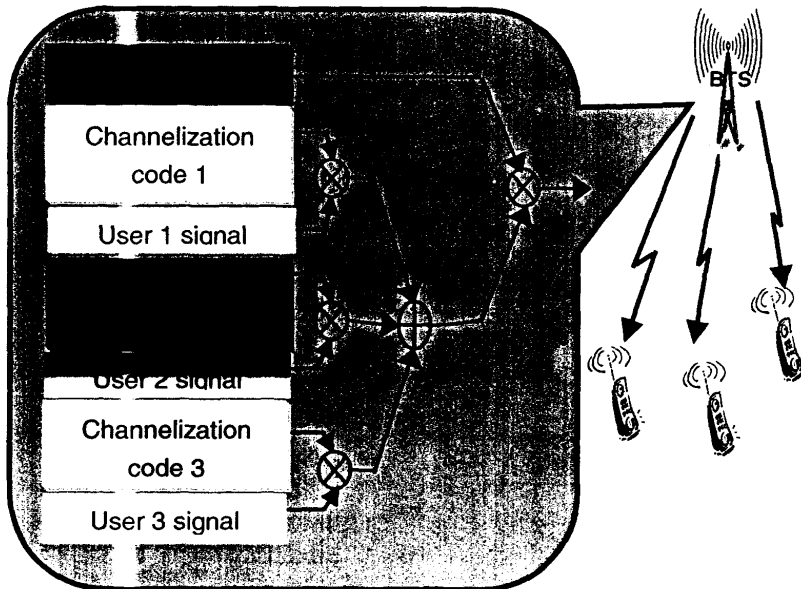
也就是說，不同客戶所使用的展頻碼彼此間必須是正交的 (orthogonal)。由於不同客戶被指配的展頻碼彼此間具有正交性，故在接收端利用特定客戶的展頻碼 $P_i(t)$ 即可抽取出該特定客戶所傳送的訊息 $m_i(t)$ ；至於其他不同客戶的信號成分，由於解展頻時不同客戶的展頻碼彼此間的互相關 (Cross-correlation) 值幾乎為零，故造成的干擾幾乎為零。



圖八 直序展頻通信系統示意圖

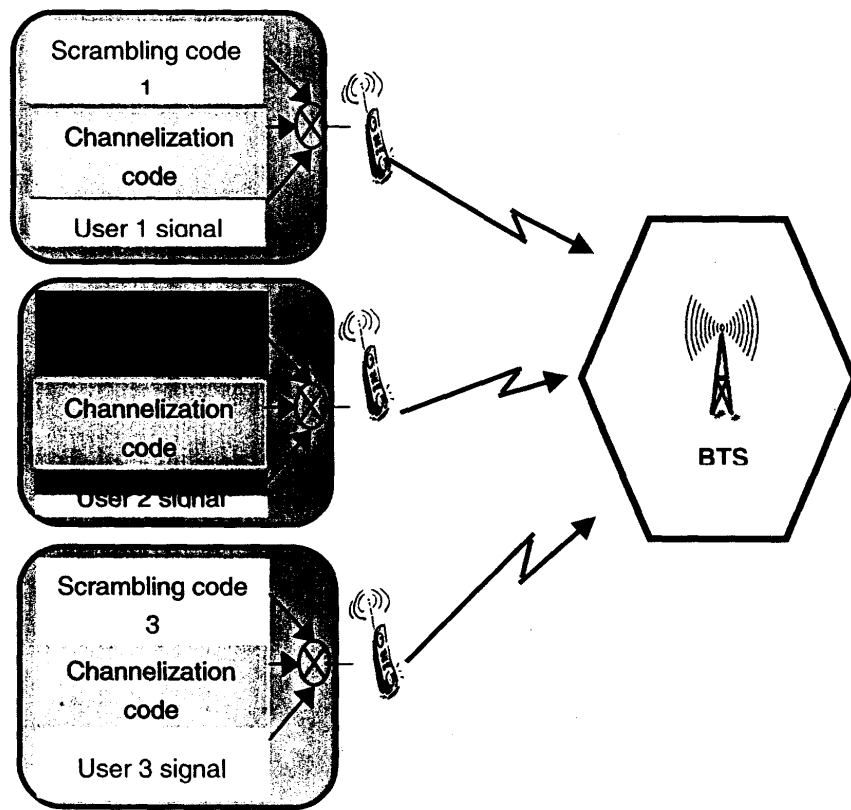
3.2.2 通道碼與攪拌碼

WCDMA 系統直序展頻所使用展頻碼係採用「正交可變展頻因子」(Orthogonal Variable Spreading Factor Code; 簡稱 OVSF 碼), 主要因為 OVSF 碼彼此間具有正交性。由於 OVSF 碼是用來區別一細胞內同一無線電載波頻道的不同下鏈通道, 故又稱為「通道碼」(Channelization Code), 如圖九所示。由於 OVSF 碼彼此間是正交的, 所以同一細胞內使用同一無線電載波頻道的不同客戶被指配使用的下鏈通道彼此間的干擾也幾乎為零(若不考慮多路徑傳輸效應, 亦不考慮其他鄰近基地台發射之干擾)。



圖九 WCDMA 系統下鏈的通道碼與攪拌碼

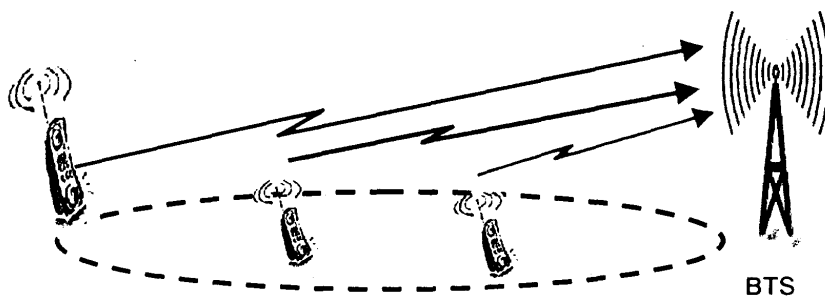
WCDMA 系統上鏈的展頻碼仍是採用 OVSF 通道碼，但因不同的 OVSF 碼只有在彼此互相同步的情況下才有正交性，若在彼此不同步（有時間延遲）的情況下，不同的 OVSF 碼彼此間正交性極差，而 WCDMA 系統並無法保證同一系統內使用同一載波的所有客戶的上鏈的 OVSF 碼皆能同步抵達基地台，因此利用不同的 OVSF 通道碼來區別一細胞內不同客戶的上鏈實體通道是不可靠的，所以利用不同的攪拌碼來區別不同客戶的實體通道。



圖十 WCDMA 系統上鏈的通道碼與攪拌碼

3.2.3 功率控制

WCDMA 系統，由於同一細胞內的許多客戶都使用相同頻率而且同時在通信，但他們間隔基地台的距離不等，因此傳播損失亦大不相同，假設沒有功率控制，上鏈時，基地台接收到較近行動客戶的功率可能遠超過較遠端行動客戶的功率，亦可能造成無法檢測較遠行動客戶訊號的情況，此即為遠-近問題 (Near-Far Problem)，如圖十一所示。為解決此問題 WCDMA 系統必須利用適切之功率控制機制，以控制在一基地台信號涵蓋範圍內之行動客戶所發射之信號功率在到達基地台時都能維持幾乎相同之功率（若所有客戶的服務類型皆相同）或維持幾乎相同訊號品質。此外，將行動台與基地台雙方的發射功率控制在維持一指定的服務品質所需的最低電平，亦可降低系統總體干擾量，以提高上、下鏈雙向的系統容量及延長手機電池的通信時間。



圖十一 無線通信遠-近問題

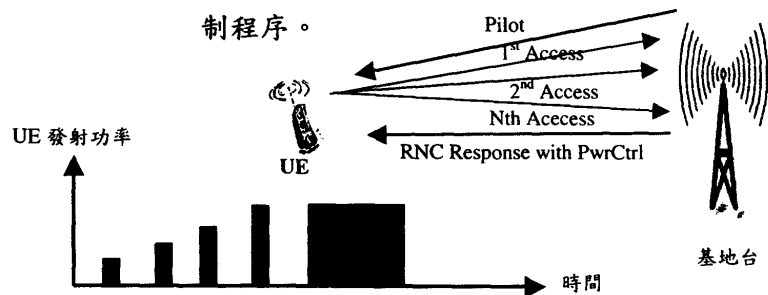
WCDMA 系統功率控制機制包括：開迴路 (Open Loop) 功率控制及閉迴路 (Close Loop) 功率控制兩種；而閉迴路

功率控制又分為內迴路 (Inner Loop) 及外迴路 (Outer Loop) 兩個控制迴路。

(A) 開迴路功率控制

開迴路功率控制只使用在上鏈起始階段，即手機 (User Equipment; UE) 欲連接 (Access) 系統時使用其程序如下：

- (a) 首先 UE 根據其接收到基地台 (Node B) 廣播的導引 (Pilot) 信號功率電平，來粗估其路徑損失 (基地台的導引信號永遠以固定的功率電平發射)。
- (b) UE 依其粗估的路徑損失來計算其應發射功率電平，並送出第一個進接訊息。
- (c) 若等一段時間仍未收到基地台的回應訊息，UE 會以一較高的發射功率重送第二個進接訊息。
- (d) UE 重複步驟 (c)，會再以一更高的發射功率重送其進接訊息，直到 UE 收到基地台送出的回應訊息；基地台送出的回應訊息內應該包含有功率控制訊息，此時 UE 即進入閉迴路功率控制程序。

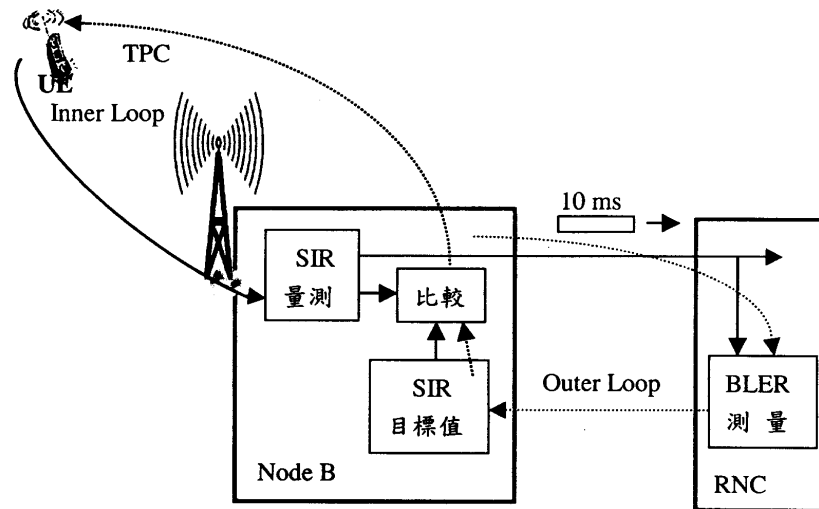


圖十二 WCDMA 系統的開迴路功率控制

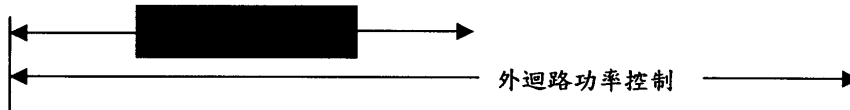
(B) 閉迴路功率控制

當通信建立後，系統與 UE 雙方隨時在執行閉迴路功率控制程序，上鏈閉迴路功率控制程序如下：

- (a) 首先由無線網路控制器 (Radio Network Controller; RNC) 針對特定的服務類型設定其 BLER (Block Error Rate) 服務品質目標 (通常不同服務類型會有不同的服務品質目標，譬如，語音通話服務的 BLER 約為 1~2%)，RNC 依據此服務品質目標推算出其對應的 SIR (Signal to Interference Ratio) 值，然後將此 SIR 目標值送出給基地台。
- (b) 基地台接收 UE 送出的上鏈訊號，並測量此上鏈訊號的 SIR 值，再將此上鏈訊號的 SIR 測量值跟 RNC 送來之 SIR 目標值相比較，以決定應提高或降低 UE 的發射功率。若基地台接收 UE 上鏈訊號的 SIR 測量值大 (小) 於目標值，則基地台送出 TPC (Transmit Power Control) 比次來控制 UE 調降 (調高) 其發射功率。此內迴路功率控制程序每隔 0.667 msec 更新一次 (即每秒執行 1500 次)，如此快速的閉迴路功率控制機制，使 UE 的發射功率均能被控制在維持一指定的 SIR 目標所需的最低功率電平。
- (c) RNC 內的數位信號處理器每隔 10 ms (依不同的服務而有不同的時間間隔) 進行一次 BLER 測量，並將此 BLER 測量結果與依據該特定服務類型設定的 BLER 目標值相比較，以決定是否應提高或降低基地台的 SIR 目標值。



TPC : Transmit Power Control bits



圖十三 WCDMA 系統的閉迴路功率控制

(C) 下鏈功率控制

WCDMA 系統的下鏈傳輸因為是點對多點的傳輸方式，所以不會有遠-近問題，但是在細胞涵蓋之邊陲地區之行動客戶，會遭受到較高的細胞外干擾 (Out of Cell Interference)，所以這些客戶也需要接收較高的下鏈功率，因此 WCDMA 系統亦須支援下鏈功率控制。其與上鏈快速閉迴路功率控制極為相似，只是其中內迴路及外迴路的功率控制主要都在 UE 裏面執行，其程序如下：

(a) 首先仍然是由 RNC 針對特定的服務類型設定其

BLER 服務品質目標，並依據此服務品質目標推算出其對應的 SIR 值，然後將此 SIR 目標值送出給 UE。

(b) UE 接收基地台送出的下鏈訊號，並測量此下鏈訊號的 SIR 值，再將此下鏈訊號的 SIR 測量值跟 RNC 送來之 SIR 目標值相比較，以決定基地台應提高或降低其發射功率。若 UE 接收下鏈信號的 SIR 測量值大（小）於目標值，則 UE 送出 TPC 比次來動態控制基地台調降（調高）其發射功率。此內迴路功率控制程序同樣每隔 0.667 msec 更新一次（即每秒執行 1500 次），如此快速的下鏈閉迴路功率控制機制，亦使基地台的發射功率均能被控制在維持一指定的 SIR 目標所需的最低功率電平。

(c) UE 內的數位信號處理器同樣每隔 10 ms（依不同的服務而有不同的時間間隔）進行一次 BLER 測量，並將此 BLER 測量結果回報給 RNC，RNC 再將此 BLER 測量結果與該特定服務類型設定的 BLER 目標值相比較，以決定是否應提高或降低 UE 接收的下鏈 SIR 目標值。

3.2.4 交遞控制 (Handover Control)

於第三代行動通信系統，為提供用戶高等級的服務質，交遞是一項關鍵因素，它可保證行動通信網路的用戶移動性，即行動用戶可在網路中任意移動。因此網路提供不同的交遞方式有兩個主要目標：

- (1) 持續的服務品質 (Continuous Quality of Service)：確保用戶在網路內持續的服務品質。

(2) 符合網路演進的需求 (Addressing the Requirements Following the Network Evolution): 第三代行動通信網路的建設將分成數個階段，第一階段將與 2G 網路有密切的互動，當 3G 網路用戶成長時微細胞階層將被引進，進一步劃時雙工 TDD (Time Division Duplex) 可能引進，所以在各個階段業者有不同需求，如與 GSM 系統間交遞、多階層間交遞 (Multi-layer Handover)、FDD 與 TDD 間的交遞等。

執行交遞的最基本原因為空中介面接續已無法滿足所要求的通信條件，此時 UE 或 UTRAN 就會採取行動，以期改善此接續的品質，其信號控制程序如圖十七所示。在 WCDMA 系統中，電路交換模式之交遞是在訊務進行中完成；但在分封交換模式中，交遞則大部分是在網路及 UE 都無封胞傳送時進行。無論任何型式的交遞，其執行必有其交遞準則 (Handover Criteria)，此準則一般皆以訊號品質 (Signal Quality)、用戶移動性 (User Mobility)、訊務分佈 (Traffic Distribution) 及頻寬為設計考量因素。在 WCDMA 系統所提供之交遞方式，可分為如下三種型式：

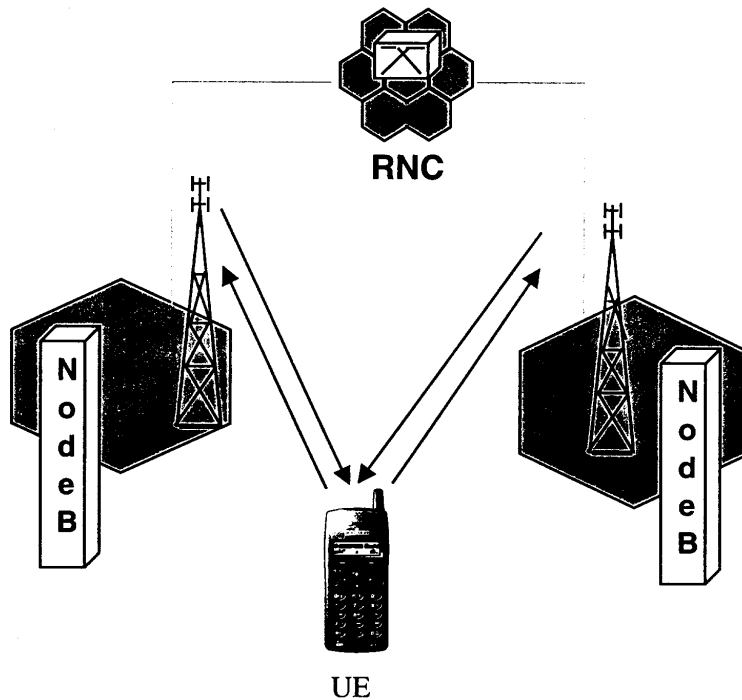
(1) 軟交遞 (Soft Handover)

軟交遞係指交遞之目標細胞與原服務細胞為同頻且分屬不同的基地台，故 UE 在交遞進行期間可同時與參與交遞之各細胞間建立無線鏈路。在軟交遞的作業模式下，UE 可同時與一個以上的 Node B 建立鏈路，其優點是可降低斷話率、降低發射功率、降低干擾量及提高系統容量。然而，在符合鏈路品質範圍內，同時連接之鏈路數目應減少至適量，以使系統資源使用效率最佳化。軟交遞時鏈路增加，通訊品質可獲得改善，但也會消耗過多的細胞無線電資源，因此

必須有一折衷以達到最佳的網路服務品質。WCDMA 系統的軟交遞演算法是以導引通道 (Pilot Channel) 的 E_c/I_0 當作交遞參考的量測值，此量測值是以第三層信號 (Layer 3) 傳送給 RNC；以下說明兩種軟交遞之情況。

(a) RNC 內的軟交遞 (Intra-RNC Handover)

在同一個 RNC 內兩個 Node B 之間的軟交遞如圖十四所示：



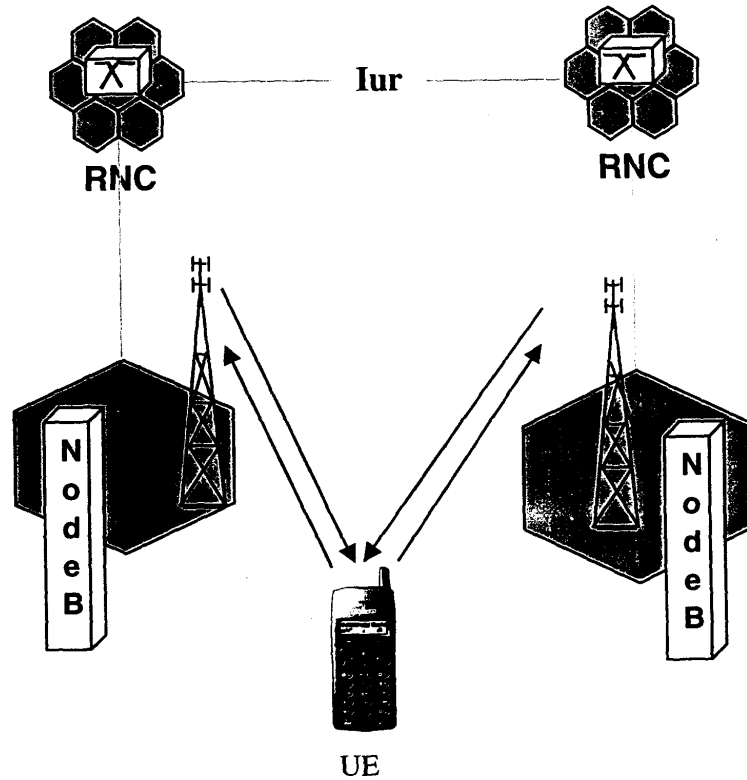
圖十四 RNC 內的軟交遞 (Intra-RNC Handover)

在下鏈方向，每個參與軟交遞的 Node B 傳送相同的資訊到 UE，UE 使用它的 RAKE 接收器對於可解析的多重路徑 (Multipath) 訊號進行解碼，而在上鏈方向，多個 Node B 接收 UE 訊號，如此可獲得巨集分集 (Macro Diversity) 效

益，由於這個機制，因而獲得軟交遞增益。

(b) RNC 間的軟交遞 (Inter-RNC Handover)

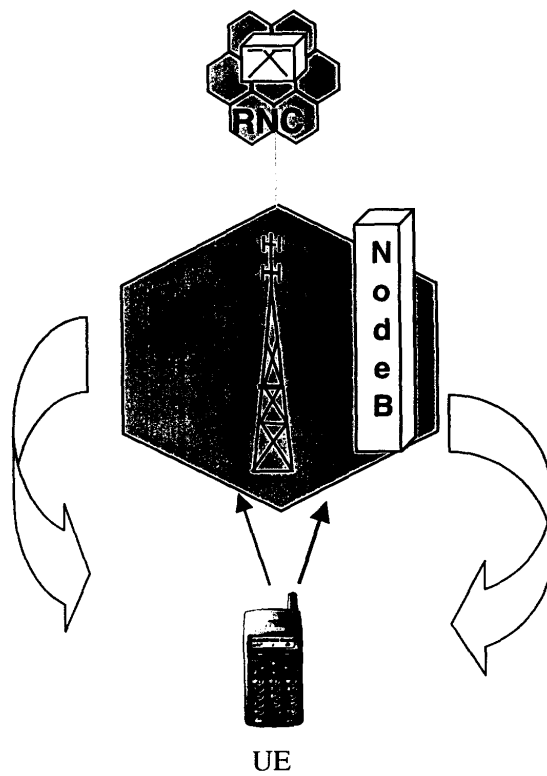
RNC 間的軟交遞是在分屬於不同 RNC 的兩個 Node B 間的軟交遞，如圖十五所示，在下鏈方向每個參與軟交遞的 Node B 傳送相同的資訊到 UE，UE 使用它的 RAKE 接收器對於可解析的多重路徑訊號進行解碼，而在上鏈方向，多個 Node B 接收 UE 訊號，如此可獲得巨集分集效益，由於這個機制，因而獲得軟交遞增益



圖十五 RNC 間的軟交遞 (Inter-RNC Handover)

(2) 較軟交遞 (Softer Handover)

較軟交遞是特殊情況的軟交遞，它是屬於相同 Node B 之不同扇區 (Sector) 與 UE 間通信，UE 活動細胞集 (Active Set) 的訊號皆是來自同一 Node B 的不同扇區，參與此軟交遞的每個扇區傳送相同的資訊給 Node B 的通道元件 (Channel Element)，觀念上，較軟交遞如同一般的軟交遞，主要差異在於網路內的執行層次，較軟交遞僅在 Node B 層執行，即上鏈最大比值合併 (Maximum Ratio Combining) 選擇是在 Node B 而非在 RNC 執行，如圖十六所示。



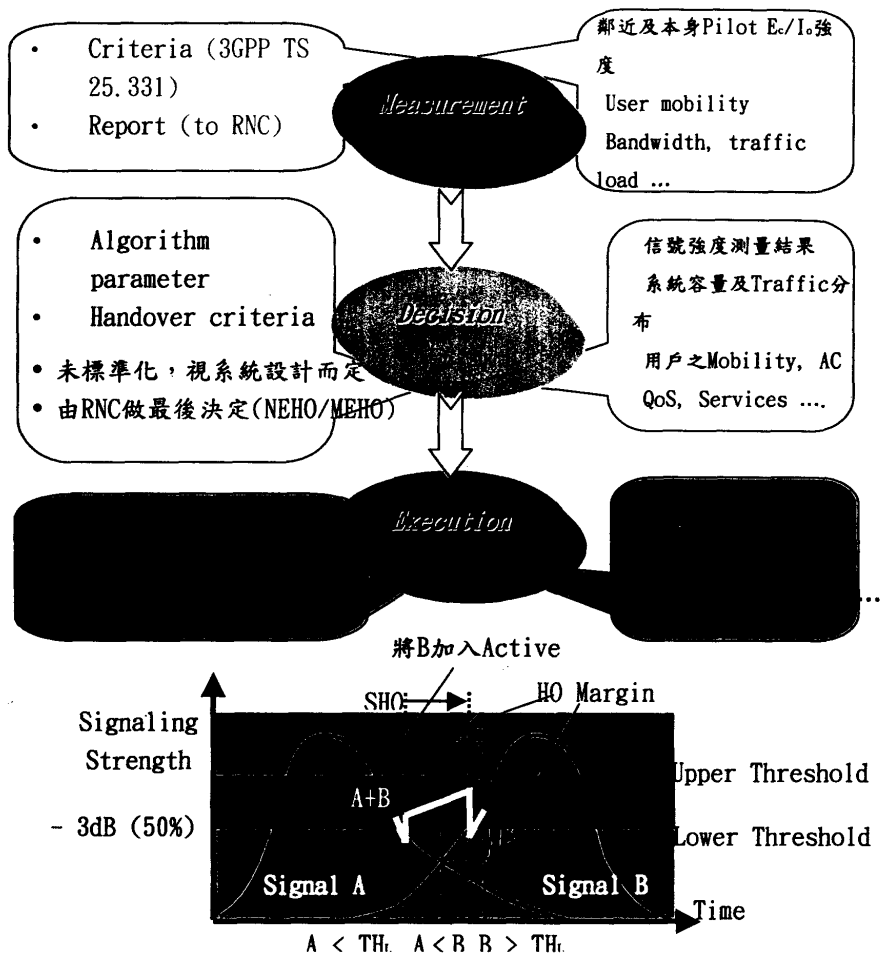
圖十六較軟交遞 (Softer Handover)

(3) 硬交遞 (Hard Handover)

硬交遞係指交遞之目標細胞與原服務細胞為不同頻率或分屬不同系統，因此又可分為系統間 (Inter-system)、載波間 (Inter-frequency) (不同頻率) 與同載波間 (同頻率) (Intra-frequency) 的硬交遞。在硬交遞時，UE 為建立新無線鏈路必須切斷原有鏈路，因此會造成無線載送通道的瞬間中斷。同載波(同頻率)的硬交遞發生於當 WCDMA 網路之 RNC 間並無 Iur 介面。載波間之硬交遞主要發生於當網路使用多載波、階層式細胞架構 (Hierarchical Cell Structure; HCS) 或不同系統間的交遞。在多載波系統之硬交遞，係指 UE 在交遞時需由現用載波切換到另一載波；在 HCS 之硬交遞，是指 UE 在不同細胞層間 (如 Macro Cell 至 Micro Cell) 的交遞；而不同系統間的交遞是指 UE 在 WCDMA 系統與其他行動電話系統 (如 GSM 系統) 間的交遞，此交遞除了可維持通信之持續及擴展涵蓋外，亦可用以控制這兩個系統間之負載，這對於 3G 網路建設初期涵蓋的彌補有很大助益。

WCDMA 系統在實現硬交遞時有一個特別的功能模式-壓縮模式 (Compressed Mode)，亦稱為時槽模式 (Slotted Mode)，此模式，無線介面接續僅使用時槽之一部分，其餘部分，UE 則利用它來對其他載波或系統進行測試，以進一步建立另一個無線接取載波通道 (Radio Access Bearer; RAB)；此功能可藉由降低展頻因子 (Spreading Factor) 或數據率 (Data Rate) 來實現。

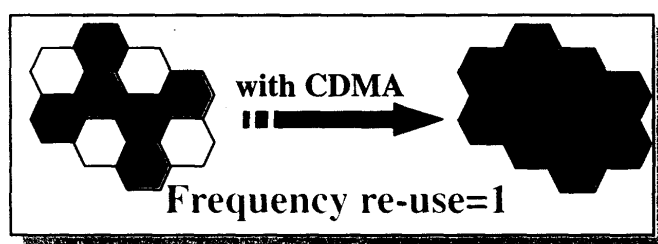
對於 UDD (Un-constrained Data Delay) 服務，即對於延遲不敏感的服務 (delay non-sensitive)，如分封交換式的數據服務，硬交遞只用於由於叢集 (Bursty) 與高瞬時的頻寬特性的訊務。



圖十七 交遞控制程序

3.2.5 頻率規劃

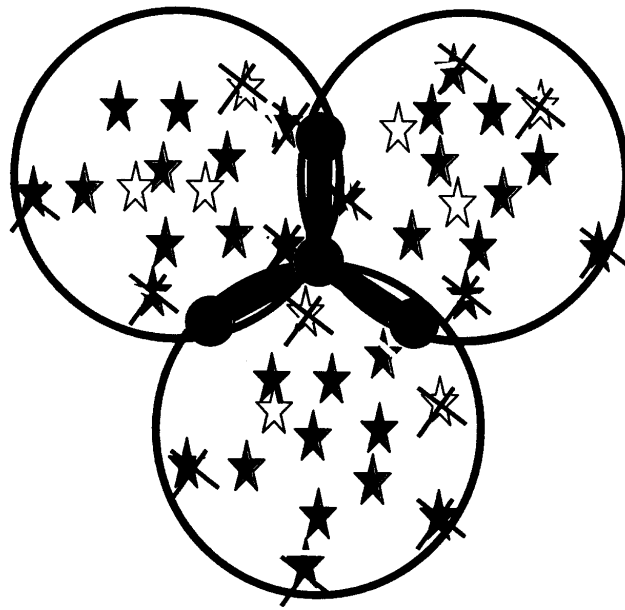
WCDMA 系統其無線接取技術係採劃碼多工方式，所有用戶皆可使用相同載波頻率以完成各自之通信，其不若 GSM 系統以載波頻道及時槽之分辨方式，而是以攪拌碼及通道碼來區別，攪拌碼用以區別不同細胞（下鏈）及用戶（上鏈），通道碼則用以區別個實體通道。因此整個系統之頻率規劃並不若 GSM 系統之重要，其頻率重用因素為 1，如圖十八所示。反而是有關攪拌碼及通道碼之規劃影響整個系統之效能。



圖十八 劃碼進接系統頻率重用因素

3.2.6 細胞呼吸效應 (Cell breathing effect)

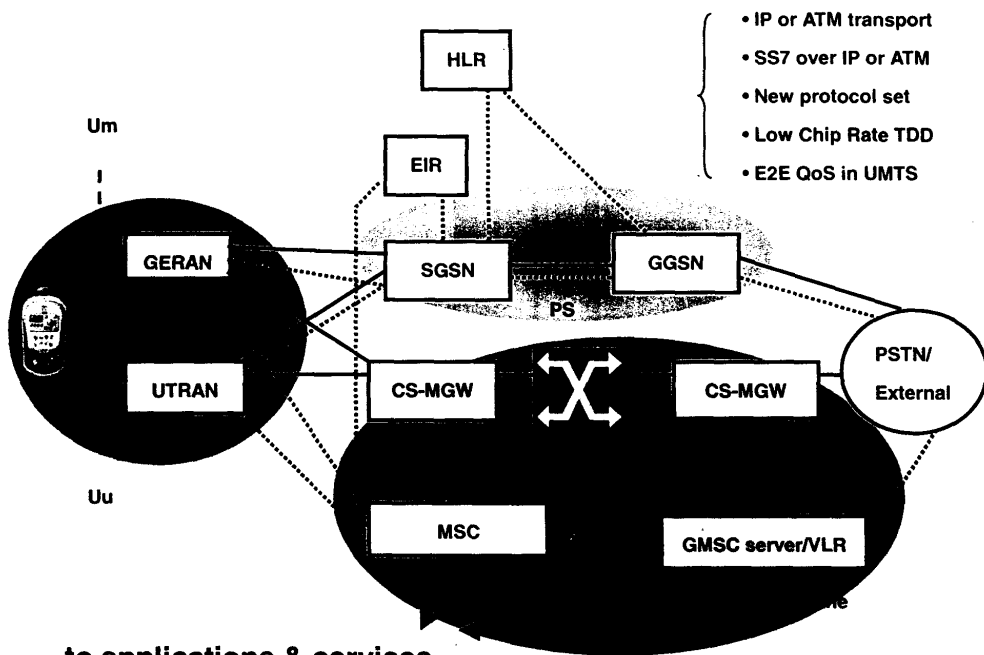
由於 WCDMA 系統細胞涵蓋下之用戶可以使用相同的載波頻率，且各用戶服務型態各異，當用戶數目漸增時，整體之干擾雜訊亦相對提高，當雜訊提高時細胞之服務品質隨即降低，而細胞為維持各用戶之服務品質於一定水準，會使服務涵蓋範圍發生緊縮現象，如圖十九所示，由於此緊縮現象使在細胞涵蓋邊緣之用戶無法獲得維持正常通信之服務品質而中斷。此現象易造成整體系統涵蓋漏洞，因此在規劃佈建基地台時須予考量。



圖十九 細胞呼吸效應

第 4 章 WCDMA 無線接取網路

第三代行動通信系統整體網路邏輯架構在 3GPP 中被定義為由用戶設備 (User Equipment; UE)、無線接取網路 (Radio Access Network; RAN)、核心網路 (Core Network) 等網路元件，各網路元件間連接皆訂有公開介面，以規範成熟及廠商之技術開發進度，初期之網路架構以如圖二十之 R4 架構較為成熟，此亦為本公司欲引進之網路架構。



to applications & services

..... Interfaces supporting signalling

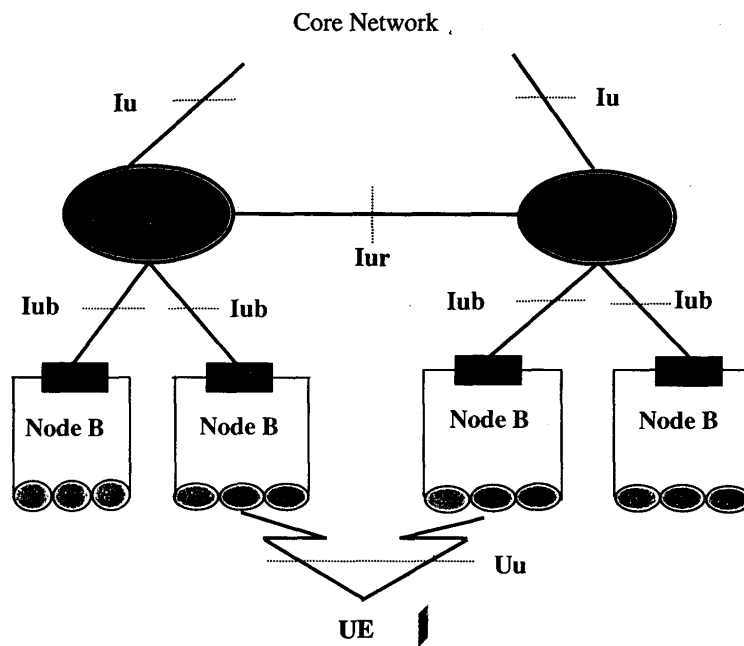
— Interfaces supporting user traffic

GERAN: Gb over IP

- Split in CS domain and unified CN with multiple radio access tech.

4.1 無線接取網路架構

UMTS 無線接取網路 UTRAN (UMTS Radio Access Network) 是由一個或多個無線網路子系統 (Radio Network Subsystem; RNS) 所組成，每個 RNS 包含一個無線網路控制器 (Radio Network Controller; RNC) 及一個或多個基地台 (Node B) 如圖二十一所示。UE 經由無線介面進接 UTRAN，它們之間的通信使用 WCDMA 無線接取技術。RNC 負責轄屬基地台的無線資源管理及用戶的移動管理，Node B 負責建立及維護系統與 UE 間的無線鏈路。一個 RNC 可連接一個或多個 Node B，RNC 與 Node B 的介面為 Iub 介面，RNC 與 CN 間的介面為 Iu 介面，RNC 與 RNC 間的介面為 Iur 介面，至於 Node B 與 UE 間的無線介面稱為 Uu 介面。



圖二十一 UTRAN架構

4.2 無線接取網路功能

無線接取網路的主要功能係為用戶設備 (UE) 與核心網路 (CN) 間的通信建立與維護無線接取載送體 (RAB)，RAB 好像是存在於 CN 與 UE 間的一條固定通信路由，使得它們在通信時可不必去考量與無線電通信特性相關的問題；其功能可分類描述如下。

4.2.1 用戶數據功能 (Transfer User Data)

此功能供用戶數據經 UTRAN 在 Uu 與 Iu 參考點間傳送

4.2.2 與統接取控制有關的功能

系統接取即 UMTS 用戶為了使用 UMTS 服務或設備而連接至 UTRAN 的方法，用戶的系統接取可能是由行動台或網路端所啟始，其又可分為下述三種。

- (1) 允諾控制 (Admission Control)
- (2) 擁塞控制 (Congestion Control)
- (3) 系統資源控制 (System Information Control)

4.2.3 無線通道加密與解密 (Radio Channel Ciphering and Deciphering)

此功能主要在於保護無線傳送資料不會被非授權的第三者所攫取。

4.2.4 全整性保護 (Integrety Protection)

以加密/解密機制確保收發之間 RRC 信號訊息的完整性。

4.2.5 與移動性有關功能

此功能管理有關用戶或終端之移動訊息即

- (1) 交遞 (Handover)
- (2) SRNS 重定位 (Relocation)

(3) 傳呼支援 (Paging Support)

(4) 定位 (Positioning)

4.2.6 與無線資源管理及控制有關功能

(1) 無線資源的組態 (Configuration) 與作業 (Operation)

(2) 無線環境鑑定 (Radio Environment Survey)

此功能用於量測無線通道，並將量測值轉換為無線通道品質估計，其測量項目如下：

(a) 收訊強度 (現有與臨近細胞)

(b) BER (現有與臨近細胞)

(c) 傳播環境估計 (高速、低速)

(d) 傳輸範圍 (Transmission Range)

(e) 杜普勒漂移 (Doppler Shift)

(f) 同步狀態 (Synchronization Status)

(g) 收訊干擾位準 (Received Interference Level)

(h) 每個細胞的下鏈路總功率 (Total DL Transmission Power Per Cell) 此功能置於 UE 及 UTRAN。

(3) 合併 (Combining) 或分割 (Splitting) 控制

(4) 接續建立與釋放 (Connection Set-up and Release)

(5) 無線載送體配置與解除 (Allocation and Deallocation of Radio Bearers)

(6) 無線協定功能 (Radio Protocols Function)

(7) 射頻功率控制 (RF Power Control)

此功能控制發射功率以降低干擾及為持接續品質，又分下列功能：

- (a) 上鏈路外迴路功率控制 (UL Outer Loop Power Control)
 - (b) 下鏈路外迴路功率控制 (DL Outer Loop Power Control)
 - (c) 上鏈路內迴路功率控制 (UL Inner Loop Power Control)
 - (d) 下鏈路內迴路功率控制 (DL Inner Loop Power Control)
 - (e) 上鏈路開迴路功率控制 (UL Open Loop Power Control)
 - (f) 下鏈路開迴路功率控制 (DL Open Loop Power Control)
- (8) 無線通道編碼與解碼 (Radio Channel Coding and Decoding)
- (9) 初始 (隨機) 接取偵測與處理 (Initial (Random) Access Detection and Handling)
- (10) 對於非接取階層訊息之 CN 分配功能 (CN Distribution Function for Non Access Stratum Messages)，在 RRC 協定中，來自非接取階層的訊息會以直接傳送程序透過地接取階層中傳送，在 UE 及 SRNC 的分配功能會把 CN 領域的指示器 (CN Domain Indicator) 視為接取階層訊息處理，將之導引至適當的非接取階層實體。
- 在下鏈方向，對於個別非接取階層訊息，SRNC 會

提供原始 CN 領域的資訊給 UE。在上鏈路方向，UE 的分配功能包含將適當的值加入在接取階層訊息中之 CN 領域指示器，SRNC 中處理程序則求出在接取階層訊息中之 CN 領域指示器的值，並分配非接取階層訊息至對應的 RANAP 程序，以供在 Iu 介面傳送。

4.2.7 同步 (Synchronization)

4.2.8 與廣播及同播服務有關功能 (R99 僅提供廣播功能)

- (1) 廣播/同播資訊分配
- (2) 廣播/同播流量控制
- (3) CBS 狀態報導

4.2.9 追蹤 (Tracing)

4.2.10 資料量的報導 (Volume Reporting)

4.3 無線網路控制器 (Radio Network Controller ; RNC)

無線網路控制器是 UTRAN 的交與控制元件，它負責管理與控制其所轄 Node B 的無線資源，它有三個介面：Iu、Iub 及 Iur，其中 Iu 連接至核心網路 (CN)，在 R99 版本，Iu 又分為 Iu CS 及 Iu PS，其中 Iu CS 負責連接電路交換 (Circuit Switch) 訊務至 CN 的 MSC，Iu PS 負責連接分封 (Packet Switch) 訊務至 CN 的 SGSN，Iub 連接至 Node B，Iur 則為 RNC 與 RNC 間互連之介面。RNC 需負責處理無線路徑的傳輸相關問題以滿足 CN 所定的 Qos 需求。

4.3.1 無線網路控制器功能

無線網路控制器主要功能有：

- (1) 無線資源管理 (Radio Resource Management)
 - (A) 管理通道組態

用戶資料傳送時，無線接取載送鏈路管理，掌握可用之訊務通道及信號通道數。

(B) 管理訊務通道及控制通道包含：

- 碼的配置 (Code Allocation)
- 准許控制 (Admission Control)
- 通道釋放 (Channel Release)
- 負載控制 (Load Control)
- 功率控制 (Power Control)
- 交遞控制 (Handover Control)

(C) 交遞係由 RNC 所控制，但可由 UE 或 RNC 啟動，可分為下列交遞型式：

- RNC 間軟交遞 (Inter RNCs Soft Handover)
- RNC 內的軟交遞 (Intra RNCs Soft Handover)
- 較軟交遞 (Softer Handover)
- 硬交遞 (Hard Handover)
- 碼交換交遞及碼型式交換交遞

(2) 電信功能 (Telecom Functionality)

- (A) CS 及 PS 核心網路之用戶面處理
- (B) 位置與接續管理
- (C) RNC 與 MSC 間通道阻塞指示
- (D) RNC 與 Node B 間訊務通道配置
- (E) ATM 之交與多工
- (F) ATM 在 SDH 或 PDH 上的傳輸

(G) 安全能、保全檢查及加密

(3) 維護功能 (Maintenance)

(A) RNC 障礙點的發現

(B) RNC 的組態重規劃

(C) 支援 Node B 組態重規劃

(D) RNC 與 Node B 內之軟體升版

(4) 作業 (Operation)

(A) 修改無線網路參數

(B) RNC 硬體組態

(C) RNC 設備管理

(5) 介面 (Interface)

RNC 提供介面與維運子系統連接，可供遠端管理。同時提供人機介面，供維護人員進行維護。

(6) 量測與觀察 (Measurements and Observations)

RNC 量測訊務、觀察信號事件及追蹤特定呼叫，測量值可供 RNC 的後續處理程序處理後送給維運子系統。

4.3.2 RNC 的邏輯角色

從 Node B 的觀點而言，控制某個 Node B 的 RNC 稱為此 Node B 的控制 RNC (Controlling RNC ; CRNC)，主要負責：

(1) 控制所管轄細胞的負載與流量

(2) 對於欲建立新無線鏈路以進入系統的用戶執行准許控制 (Admission Control)

(3) 展頻碼的指配

假如一個 UE 與 UTRAN 的接續經由一個以上的 RNS，即

網路在執行 UE 軟交遞，此時參與其間之 RNC 有兩個邏輯角色：伺服 RNC (Serving RNC; SRNC) 及遞移 RNC (Drift RNC; DRNC)，其定義及功能分述如下：

(1) 伺服 RNC (SRNC)

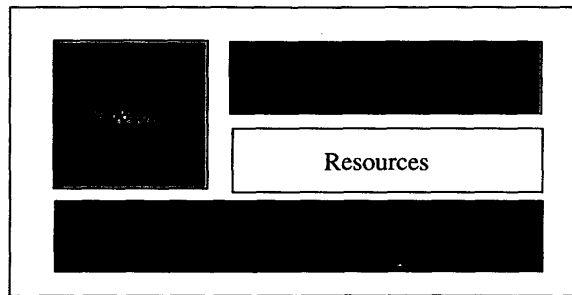
- (A) 終端 Iu 鏈路傳送用戶資料及終端至或來自核心網路的 RANAP 信號。
- (B) 終端無線資源控制信號 (Radio Resource Control Signalling)，此信號是使用於 UE 與之間，負責執行第二層 (L2) RNC 至無線介面或從無線介面至 RNC 的資料處理。
- (C) 執行基本無線資源管理作業，如 RAB 至無線介面傳送通道參數的對映 (Mapping)，交遞的決定、外迴路功率控制。

(2) 遞移 RNC (DRNC)

- (A) 負責提供 UE 連接至 UTRAN 的非 SRNC 的 RNC 都可稱為 DRNC，它並不處理第二層的用戶資料，僅是建立一透通路徑，經由 Iub 及 Iur 將用戶資料傳送至 SRNC。
- (B) 可能執行巨分集 (Macro Diversity) 的結合或分割。

4.3.3 RNC 的邏輯架構 (Logical Architecture)

RNC 的邏輯架構由服務層、資源層及平台層等三個主要層構成，三個主要層與 O&M 並行，如圖二十二所示，各層經由一嚴謹定義的介面提供服務給其上層，以下分述各層之功能：



圖二十二 RNC 邏輯架構

(1) 服務層 (Services Layer)

服務層提供 RNC 的控制服務，如無線網路控制、傳呼 UE 的功能、接續信號處置和無線接取通道處理。服務層包含下列功能：

- (A) 經由 Iu 介面提供核心網路所提供之服務信號，如處理 RANAP 協定。
- (B) 無線網路相關服務，如無線網路處理、Iub/Iur 的終端。
- (C) 用戶設備導向服務，如處置行動台的通信服務等。

(2) 資源層 (Resource Layer)

資源層提供用戶資源管理，由 RNC 控制，巨分集組合載送用戶面資源之常數/變動/未指定位元率數據。資源層包括下列功能：

- (A) 提供資源給專屬無線通道使用。
- (B) 提供資源給共用無線通道使用。
- (C) 提供在 Iu 介面使用的用戶面資源。
- (D) 提供資源共用功能。

(E) 支援用戶分封數據選徑。

(3) 平台層 (Platform Layer)

平台層提供其他層的基本支援，如 ATM 傳送服務、控制系統和網狀元件/元件管理系統、同步功能和機制等。

(A) ATM 傳輸服務包含：

- ATM 控制和 AAL2/5 連接
- 終端低層的信號，如 AAL2/5、SAAL、MTP、SCCP。
- 節點內 ATM 細胞的切換。

(B) 控制系統和管理服務包含：

- 為應用程式分配軟體執行平台服務
- 節點的作業和維護管理
- 模組和熱擴展支援
- 為了對抗軟體和硬體的故障，強健功能
- 外部的警報處置

(C) 同步和時序服務包含：

- 網路同步
- 即時系統時脈
- 時脈分配

(4) 維運管理

O&M 提供所有的 RNC 作業和維護功能，也管理介面服務和接取 O&M 在此平台層內支援。

4.4 基地台 (Node B)

Node B 位於 UE 與 RNC 間，提供無線傳輸介面供 UE 進接系統，它包含無線收、發訊機、天線等元件，一個 Node B 管轄數個邏輯單元 (Logical Entity) 稱為細胞，細胞是網路可辨識的最小邏輯實體，它擁有一個獨立的辨識碼 (細胞識別碼) 及攪拌碼。每個細胞至少有一個無線載波。Node B 以無線傳輸方式提供 UE 與 UE 間，或 UE 與固網用戶間之通信，它的主要功能為發射及接收 UE 的射頻信號以提供特定區域 (細胞) 內之無線電波涵蓋，與 UE 之間無線通信的介面、以及量測鏈路品質。

4.4.1 Node B 功能

Node B 主要功能是執行系統的空中介面第一層 (Layer 1;L1) 的處理能力，包含通道編碼 (Channel Coding)、交錯 (Interleaving)、速率調整 (Rate Adaptation)、展頻 (Spreading) 等；它亦在內迴路功率控制 (Inner Loop Power Control) 時執行部分無線電資源管理作業。

4.4.2 Node B 型式

為適應各種通信環境需求，Node B 可大致分為以下三種型式：

- (1) Macro Node B：最大發射功率為 20 ~ 40W carrier/sector；使用於需要提供大涵蓋範圍或高訊務量地區，輸出功率較大。
- (2) Micro Outdoor Node B：最大發射功率為 2 ~ 5W/carrier；使用於高密度都會區，天線傾斜角較大。
- (3) Mini/Pico Indoor Node B：最大發射功率為 1 ~ 2W/carrier；主要提供室內涵蓋，發射功率較低。

4.4.3 Node B 架構

Node B 硬體平台因不同設備製造廠商而異，主要包含收、發訊天線系統，射頻模組、基頻模組、介面模組、電力分配設備、外部告警介面、機框、冷卻系統或 GPS 接收機(選配)等主要元件。

軟體部分主分為控制、維運與應用等，如基地台控制、邏輯資源支援、設備控制、硬體層、基地台平台與維運等軟體。

第 5 章 感想與建議

行動電話提供寬頻服務為未來之趨勢，為了公司之永續經營，本公司自然無法置身於此新服務領域戰場之外；同時由於國內自由競爭市場之機制，造成微利時代之提早到來，且公司即將面臨民營化，對於未來引進新技術以提供新服務之效益及策略必須審慎因應。

本人有幸於此新技術引進之前，奉派前往德國西門子公司及瑞典易利信公司各作 5 天之學習之旅。眾所周知該兩公司乃執全球通信牛耳之大廠，在第三代行動通信系統規格制定及設備研發上著力甚深，承蒙該二公司相關人員之熱心協助，使我能順利達成任務，習得 WCDMA 無線進接技術之相關知識。

實習期間除了相關技術知識之講授外，並經由該二公司系統設備研發時程，以及其臨近諸國行動通信業者對第三代行動通信業務之引進狀況得知，目前此業務在歐洲之推展並未如預期順利，雖然極大原因在於當初這些業者取得執照之成本過高，但潛在之因素應是用戶終端設備(手機)之部份技術尚未突破以及殺手級應用服務未出現，致使用戶之需求不如預期熱絡，而影響業者引進服務之時程。

本公司值此引進此新業務之關鍵時刻，雖前車之鑒，不能漠視，惟處於當今國內通信市場激烈競爭之環境下，本公司當然無法裹足不前，我們除了要紮好相關技術人力枕戈待旦外，更應積極開發現有 2.5 代之各項新服務以提供既有用戶使用，此不但可培養公司在此領域之技術能力，更能使用戶逐步適應高速及多樣化服務之好處，待 3G 手機技術一旦突破，則除能使用戶自然升級外，更能一舉滿足市場需求。