

公務出國報告

(出國類別：實習)

『3G 無線網路量測及優化技術』實習報告

服務機關：中華電信電信訓練所

出國人職稱：助理工程師

姓名：蕭建財

出國地區：法國巴黎

出國期間：92年11月22日至92年12月05日

報告日期：93年02月03日

H6/  
COY300453

系統識別號:C09300453

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 33 含附件: 否

報告名稱:

3G無線網路量測及優化技術出國實習報告

主辦機關:

中華電信訓練所

聯絡人/電話:

胡玲/02-29639282

出國人員:

蕭建財 中華電信訓練所 網路技術科 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 法國

出國期間: 民國 92 年 11 月 22 日 -民國 92 年 12 月 05 日

報告日期: 民國 93 年 02 月 03 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: 無線網路量測

內容摘要: 為瞭解目前3G行動電話系統無線量測及優化技術之發展及將來相關技術演進方向，以作為未來開展訓練課程之參考，職奉派到法國巴黎Nortel公司參與相關課程實習並參觀3G手機之視訊影音通話展示活動，茲將本次出國實習之心得摘要如下三個主要報告重點：(1)3G無線網路量測技術介紹3G系統之行動台與無線接取網路端的各種量測技術，透過量測結果，系統就能依照規劃設計人員所設定的臨界值穩定有效率的運作，維運人員亦可藉由量測紀錄作維運優化作業。(2)3G無線網路優化參數針對3G系統所提供的服務種類與空中無線接取網路的特性，系統對無線資源的管理必須精確並且有效率，對於無線資源管理的相關功能與運作機制及優化參數將在這章節作介紹報告。(3)2G/3G無線網路之整合 3G新系統的加入如何與運作中的2G系統作完整有效的整合，以發揮相輔相成的最佳效果，相關的互聯互通技術及目前的技術進展將是本章節報告重點。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

## 摘 要

為瞭解目前 3G 行動電話系統無線量測及優化技術之發展及將來相關技術演進方向，以作為未來開展訓練課程之參考，職奉派到法國巴黎 Nortel 公司參與相關課程實習並參觀 3G 手機之視訊影音通話展示活動，茲將本次出國實習之心得摘要如下三個主要報告重點：

### (1) 3G 無線網路量測技術

介紹 3G 系統之行動台與無線接取網路端的各種量測技術，透過量測結果，系統就能依照規劃設計人員所設定的臨界值穩定有效率的運作，維運人員亦可藉由量測紀錄作維運優化作業。

### (2) 3G 無線網路優化參數

針對 3G 系統所提供的服務種類與空中無線接取網路的特性，系統對無線資源的管理必須精確並且有效率，對於無線資源管理的相關功能與運作機制及優化參數將在這章節作介紹報告。

### (3) 2G/3G 無線網路之整合

3G 新系統的加入如何與運作中的 2G 系統作完整有效的整合，以發揮相輔相成的最佳效果，相關的互聯互通技術及目前的技術進展將是本章節報告重點。

## 目 次

目的 .....	4
過程 .....	4
<b>第一章 3G 無線網路量測技術簡介 .....</b>	<b>5</b>
1.1 細胞資源量測 .....	5
1.2 服務層量測 .....	7
1.3 訊務量測 .....	9
1.4 RRC 信令量測 .....	10
1.5 軟交遞量測 .....	10
1.6 系統內硬交遞量測 .....	11
1.7 跨系統硬交遞量測 .....	12
<b>第二章 3G 無線網路優化參數簡介 .....</b>	<b>13</b>
2.1 無線空中介面資源管理 RRM .....	13
2.2 交遞控制參數 .....	14
2.3 功率控制參數 .....	16
2.4 允諾控制參數 .....	19
2.5 負載控制參數 .....	21
2.6 封包排程參數.....	22
2.7 資源管理參數.....	25
<b>第三章 2G/3G無線網路之整合 .....</b>	<b>27</b>
3.1 跨系統的移動.....	27
3.2 待機模式下的細胞重選 .....	27
3.3 2G/3G 間的交遞 .....	28
3.4 跨系統之服務的連續 .....	29
3.5 結論 .....	29
<b>名詞解釋 .....</b>	<b>30</b>
<b>心得 .....</b>	<b>31</b>
<b>感想及建議 .....</b>	<b>32</b>

## 目的

職依中華電信股份有限公司九十二年派員出國進修研究實習計畫表第 73 號規劃核准赴法國 Nortel 公司實習 3G 無線網路量測及優化技術，此行主要之目的為：

- (1)瞭解目前 3G 行動電話系統無線網路量測之技術發展方向。
- (2)實習 3G 行動電話系統無線優化等相關技術，以應日後發展訓練課程所需。

## 過程

日期	地點	行程
92/11/22 ~ 11/23	台北 - 法國巴黎	去程
92/11/24 ~ 12/03	法國巴黎	參加 3G 行動電話系統無線技術實習
92/12/04 ~ 12/05	法國巴黎- 台北	回程

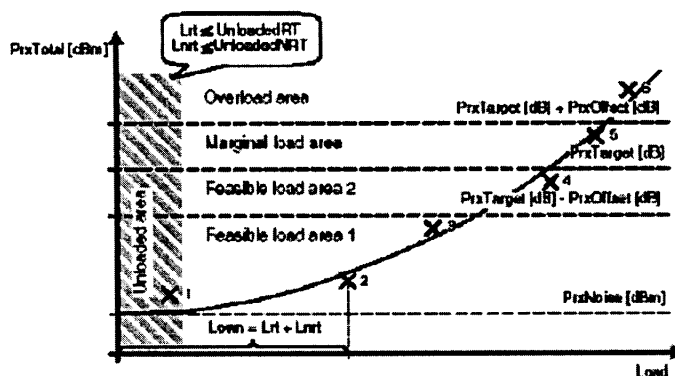
## 第一章 3G 無線網路量測技術簡介

### 1.1 細胞資源量測

細胞資源量測是由控管 RNC(CRNC)對基地台的細胞執行，所有的量測結果紀錄的計數器(counter)都可以在細胞層上看到，在 RNC 端則可以執行平均值的計算。細胞資源量測包括了兩種，一種是總接收功率量測(PrxTotal)，另一種是總發射功率量測(PtxTotal)，兩種量測都又分成五類如下：

- 未加載(unloaded)
- 第一適用加載區(feasible load area 1)
- 第二適用加載區(feasible load area 2)
- 餘裕加載區(marginal load area)
- 過載區(over load area)

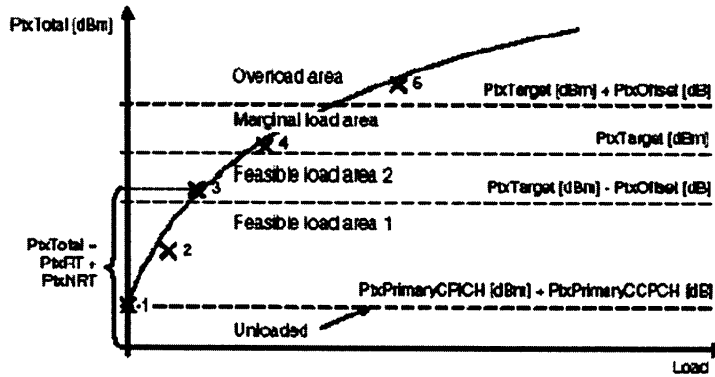
如圖一所示為 Total received power measurements (PrxTotal) 的分類及條件



CLASS	AREA	INCREMENTED IF
CLASS 0	Unloaded	$(Lrt \leq \text{UnloadedRT}) \text{ AND } (Lnr \leq \text{UnloadedNRT})$
CLASS 1	Feasible_Load_Area_1	$(PrxTarget - PrxOffset \geq PrxTotal) \text{ AND } ((Lrt > \text{UnloadedRT}) \text{ OR } (Lnr > \text{UnloadedNRT}))$
CLASS 2	Feasible_Load_Area_2	$(PrxTarget > PrxTotal > PrxTarget - PrxOffset) \text{ AND } ((Lrt \geq \text{UnloadedRT}) \text{ OR } (Lnr \geq \text{UnloadedNRT}))$
CLASS 3	Marginal_Load_Area	$(PrxTarget + PrxOffset > PrxTotal \geq PrxTarget) \text{ AND } ((Lrt > \text{UnloadedRT}) \text{ OR } (Lnr > \text{UnloadedNRT}))$
CLASS 4	Overload_Area	$(PrxTotal \geq PrxTarget + PrxOffset) \text{ AND } ((Lrt > \text{UnloadedRT}) \text{ OR } (Lnr > \text{UnloadedNRT}))$

圖一 PrxTotal 分類及條件

圖二則為 Total transmitted power measurements (PtxTotal) 的分類及條件



CLASS	AREA	INCREMENTED IF
CLASS 0	Unloaded	$PtxTotal = PtxCPICH + PtxPCCPCH$
CLASS 1	Feasible_Load_Area_1	$PtxTarget - PtxOffset > PtxTotal > (PtxCPICH + PtxPCCPCH)$
CLASS 2	Feasible_Load_Area_2	$PtxTarget > PtxTotal \geq PtxTarget - PtxOffset$
CLASS 3	Marginal_Load_Area	$PtxTarget + PtxOffset > PtxTotal \geq PtxTarget$
CLASS 4	Overload_Area	$PtxTotal \geq PtxTarget + PtxOffset$

圖二 PtxTotal 分類及條件

對於即時負載(Lrt)及非及時負載(Lnrt)的評估量測和即時服務的傳輸功率(Ptx\_RT)及非即時服務的傳輸功率(Ptx\_NRT)的評估量測也都依照這五種類分別處理，基地台藉由測量碼頻道功率值(code channel power)並回報給RNC，RNC再分別加總RT和NRT的碼功率值。至於碼樹(code tree)的量測則是在給定一個量測週期內，已使用的數碼量佔整個碼樹的百分比作為數碼平均用量值來計算，數碼相關的計數器都是針對下鏈路，因為手機上來的數碼並非是限制系統的因素，因此並不需要上鏈路相關數碼用量計數器，並且對不同拓展因子(spreading factor)因為沒有數碼可用造成的阻塞次數也可以記錄下來，除了軟體方面的細胞資源可以量測外，基地台的硬體資源也可以觀測得到，例如 BTS WSP 剩下的可用容量等等，都是屬於細胞資源

量測的範疇。

## 1.2 服務層量測

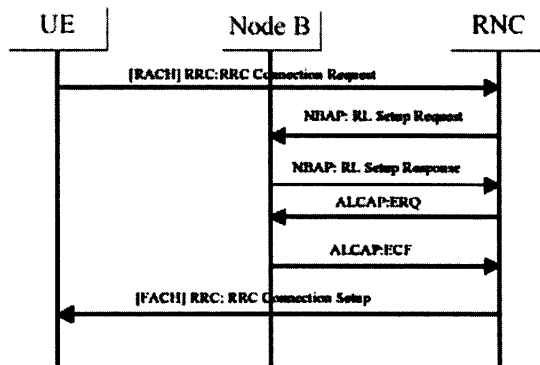
服務層量測是在伺服 RNC(SRNC)上執行，量測的對象則是基地台的細胞或是 DRNC 上的 RRC 計數器及 RAB 相關的計數器，並且在這服務量測層上定義了如何讓使用者在無線網路裡看到他的作動，例如服務層以下列形式來表示。

- RRC 連接設定(RRC connection setup)
- RRC 連接進接(RRC connection access)
- RRC 連接啟動(RRC connection active)
- RAB 設定(RAB setup)
- RAB 進接(RAB access)
- RAB 啟動(RAB active)

詳細功能如下：

RRC 連接設定(RRC Connection Setup)，如圖三所示

- 手機在 RACH 送出一個 RRC Connection Request 訊息給 RNC
- 如果 attempt 被接受了，則開始 RRC connection setup
- 當 RNC 為該請求保留了所需要的資源(RNC、BTS、空中介面及傳輸部分)後，RNC 則在 FACH 送出 RRC Connection Setup 訊息給手機
- 若是 RNC 為該請求所需保留的資源(RNC、BTS、空中介面及傳輸部分)不夠或是無法使用時，則宣告 RRC connection setup 失敗
- 當發生 RRC connection setup 失敗時，RNC 透過 FACH 送給手機 RRC Connection Reject 訊息

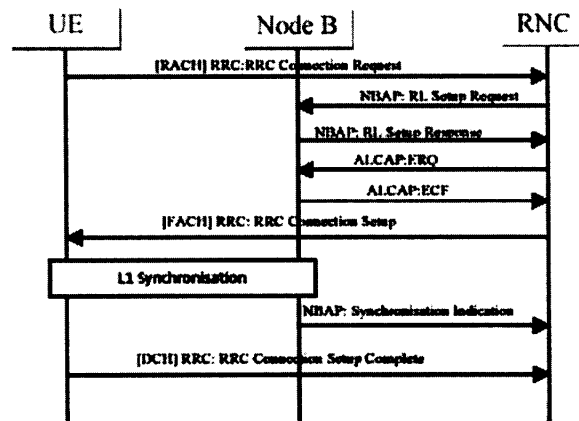


圖三 RRC 連接設定



RRC 連接進接(RRC Connection Access) ，如圖四所示

- 當 RNC 送出 RRC Connection Setup 訊息給手機後即開始進入 RRC connection access
- 當 RNC 收到手機送上來的 RRC Connection Setup Complete 訊息後即結束 RRC connection access
- 如果在給定的一段時間內沒有收到手機送上來的 RRC Connection Setup Complete 回應訊息或是基地台回報一個 RL 起始同步失敗，則宣告 RRC connection access 失敗
- 當發生 RRC connection access 失敗時，RNC 將釋放所有為該請求所保留的資源(RNC、BTS、空中介面及傳輸資源)

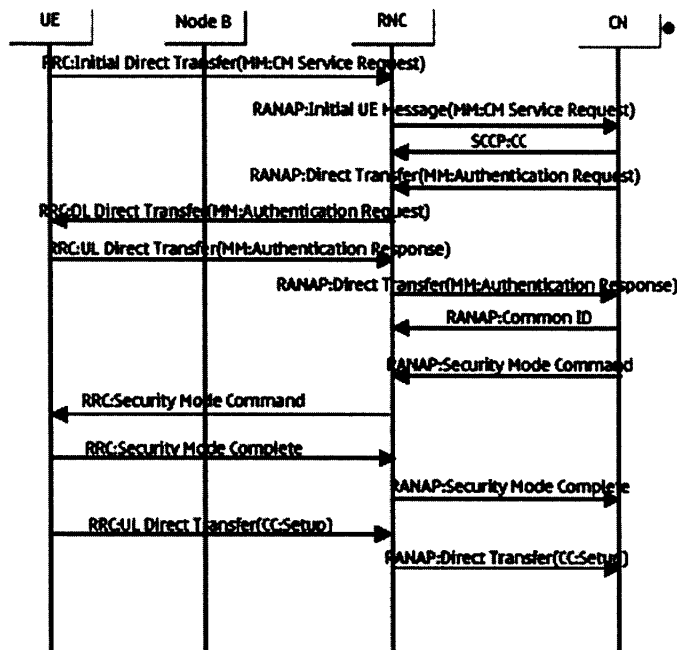


圖四 RRC 連接進接

RRC 連接啟動(RRC Connection Active) ，如圖五所示

- 當 RNC 送出一個 RANAP:Initial UE Message 訊息給核心網路 CN 時即開始了 RRC connection active
- 在 RNC 收到來自 CN 的 RANAP: IU Connection Release Command 訊息並且釋放掉 RRC connection 後即結束 RRC connection active

- 若是發生內部或是介面相關的失敗導致釋放 RRC connection，則宣告 RRC connection active 失敗
- 當發生 RRC connection active 失敗則 RNC 送出一個 RANAP:IU Release Request 給所有相關的 CN 並等待收到 RANAP:IU Connection Release Command 訊息



圖五 RRC 連接啟動

### 1.3 訊務量測

訊務量測是由 CRNC 來執行，CRNC 可以是 SRNC 或是 DRNC，量測的對象是基地台裡的細胞，對於在 SRNC 裡不同的 RAB(Radio Access Bear)型態區分成下列幾群：

- 訊號鏈路(Signaling link)
- CS 語音呼叫(Voice Call)
- CS 資料呼叫(Data Call)
- PS 呼叫(Call)

由於傳輸通道的速率可以從 TFCS(Transport Format

Combination Set)得知，因此在 DRNC 裡對不同的 RAB 型態僅只區分成下列幾群：

- CS 語音服務(Voice Service)
- 資料服務(Data Service)
- 信令(Signaling)

#### 1.4 RRC 信令量測

RRC 信令量測是在 CRNC 執行並記錄信令事件在 RRC 層，量測的對象是基地台的細胞，依照介面的不同又區分成下列幾種：

- Iub 的 L3 信令量測
- Iur 的 L3 信令量測
- L3 位置重置量測(Relocation Measurement)

詳細說明如下：

##### 1. Iub 的 L3 信令量測

Iub 的信令量測是針對在 Iub 介面上所發生的信令事件做紀錄，一般而言約包含下列幾種事件：NBAP 共通程序(無線鏈路設定起始、無線鏈路設定成功、無線鏈路設定失敗、強制交遞)及 NBAP 專屬程序(無線鏈路增加、無線鏈路失敗、無線鏈路減少、壓縮模式命令)等都將紀錄下來以供系統運作維運管理之用。

##### 2. Iur 的 L3 信令量測

對於發生在 Iur 介面的 L3 信令量測紀錄約可分成下列幾種：無線鏈路設定、無線鏈路增加、無線鏈路失敗、無線鏈路減少、無線鏈路組態重組、壓縮模式命令、無線鏈路佔用及實體通道重組等這幾種發生在 Iur 介面的事件都將紀錄。

##### 3. L3 位置重置量測

SRNC 的位置重置發生在 RNSAP 及 RANAP 的程序上又區分成下列幾種：位置重置交付、位置重置準備、分配位置重置資源、位置重置取消、位置重置偵測、位置重置完成及資料的轉送等這些事件的量測紀錄。

#### 1.5 軟交遞量測

交遞在 CDMA 系統中屬於相當重要的功能，尤其是同頻間的軟

交遞更是網路品質好壞的重要因素之一，對於軟交遞的量測紀錄依話務型態又區分成兩大類：

- RT 話務(Real Time traffic)
- NRT 話務(Non-Real Time traffic)

兩大類的話務型態的量測紀錄都包含：

- 作用集(Active set)量測
- 柔交遞紀錄(Softer)
- 軟交遞紀錄(Soft)
- 軟交遞細胞加入(cell addition)
- 軟交遞細胞刪減(cell deletion)
- 軟交遞細胞置換(cell replacement)
- 作用集更新成功(successful active set update)
- 作用集更新不成功(unsuccesful active set update)
- 手機回報事件紀錄(UE reporting events)

這些都是屬於軟交遞事件量測的範疇。

## 1.6 系統內硬交遞

硬交遞方式區分成系統內(Intra)及跨系統(Inter)硬交遞，系統內硬交遞又在細分成同頻及不同頻的硬交遞，不同頻硬交遞也就是同樣是 WCDMA 無線空中進接技術方式但是不同頻率之間的切換，因此交遞方式是先跟原服務細胞切斷，再切換到新服務細胞的頻率上繼續通話的運作方式；雖然目前尚未有實際商用化的運作實例，但是相關的運作機制已有制定，關於硬交遞量測項目如下：共通系統內硬交遞成功及失敗次數(common intra-system hard handover)、系統內硬交遞原因(intra-system hard handover cause)、系統內硬交遞型態(intra-system hard handover type)紀錄等多項並依話務歸屬即時話務(RT)或是非即時話務(NRT)再進一步區分詳加紀錄。

## 1.7 跨系統硬交遞

如前所述硬交遞方式中尚有一種跨系統之硬交遞方式，所謂跨系統意即從 WCDMA 方式跨越到另一種無線進接技術的交遞方式，目前支援的模式以交遞到 GSM 為最多運用實例，但是由於是跨不同系統運作，所以必須兩個系統都要互相配合，有些系統的研發時程並未來得及跟上 3GPP 標準的腳步，因此完整功能尚無法完全提供，共通的量測部分如下:共通硬交遞失敗次數(區分是由於 UTRAN 或是手機不能執行硬交遞)及跨系統硬交遞原因(區分是在交遞決定之前或之後的原因)，同樣也依照話務型態是屬於即時(RT)或非即時(NRT)分別加以紀錄。

## 第二章 3G 無線網路優化參數簡介

無線網路端的優化作業跟空中無線資源的管理RRM(Radio Resource Management)有相當的關係，無線資源管理的主要功能即是在確保維持服務品質及穩定涵蓋範圍下，發揮系統最大容量時最佳化空中介面資源的利用，負責這些功能運作程序的演算法集合體就簡稱作RRM，透過對RRM相關參數的調整將可改變無線網路的運作達到系統效能的要求，因此對於RRM運作程序演算法則及優化參數必須深入瞭解，以避免誤設參數對網路整體容量及性能造成衝擊影響。

### 2.1 無線空中介面資源管理 RRM

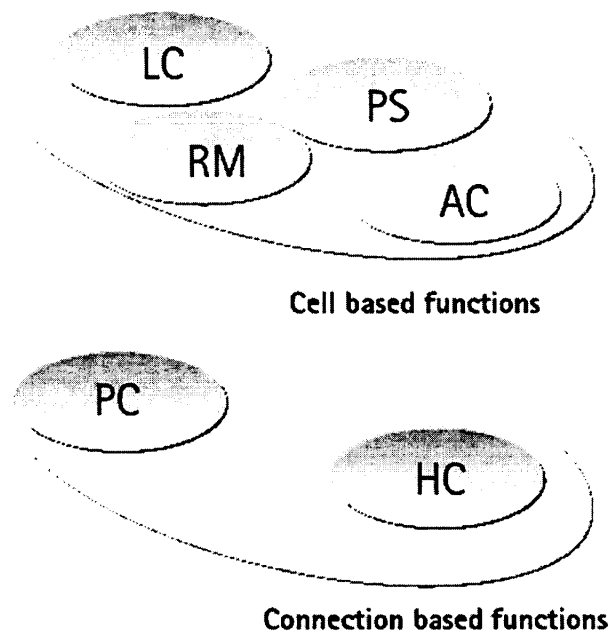
RRM分成幾個部分，各負責提供下列功能：

- 交遞控制HC(Handover Control):管理行動台的移動性，隨時保持與最強的基地台通訊。
- 功率控制PC(Power Control):調整上鏈路與下鏈路的傳輸功率，以最小的傳輸功率達成一定的品質需求，以減少干擾。
- 允諾控制AC(Admission Control):判斷RAB是否能夠建立，維持系統穩定與達到最大的訊務利用率。
- 負載控制LC(Load Control):不斷地更新各細胞負載資料給RNC，一旦發現過載的情形，則進行上述的無線資源管理以回覆負載。
- 封包排程PS(Packet Scheduler):分配不同NRT用戶間的無線資源。
- 資源管理RM(Resource Manager):管理無線網路實體資源及碼樹和數碼的分配。

如圖六所示依照各功能性質歸屬又區分成關於細胞為基礎的功能

(Cell based functions)及關於連線為基礎的功能(Connection based

functions)兩大類，各部分功能作用詳述如下：



圖六 RRM功能區分

## 2.2 交遞控制 HC(Handover Control)

交遞在行動通信網路中是不可或缺的行為，以確保用戶的連線不因移動而造成中斷，交遞的方式有三種:軟交遞(Soft ho)、柔交遞(Softer ho)及硬交遞(Hard ho)；交遞的成因則可分成以下數種:

- 上下鏈路信號品質:  
當通訊的信號品質變差的時候，系統會命令行動台進行交遞，換到通訊品質較好的 基地台繼續通話。
- 上下鏈路信號品質:  
上下鏈路信號強度越來越弱時，通訊品質和Eb/No可能還不錯，不過為了防止發生因信號強度過弱而發生斷話的危險，系統會要求行動台進行交遞換到其他的基地台。
- 行動台與基地台間距離過遠:  
當行動台離基地台距離過遠時，雖然這時的通訊品質可能還不錯，不過由於較遠的距離會導致基地台和行動台間控制信令傳送上的困難，因此系統會要求行動台進行交遞。
- 服務型態的改變:  
在3G系統中，行動台可以運用的服務不再是僅限於語音服

務，因此行動台有可能在通訊的過程中改變服務類型。例如原本使用者是在瀏覽新聞網頁，但他點選了新聞網頁中的即時新聞，這時即時新聞會以視訊串流的方式送到使用者的面前，使用者的服務型態便會從interactive換成streaming。而服務型態的改變同時也會導致所使用的通道的改變。如在上述的例子中，若原細胞無法有足夠的資源可供利用時，使用者所使用的通道會從共用通道轉換成專用通道，這時便可能會有交遞的行為發生。

- 其他基地台的信號較佳：  
當另一個基地台的信號比目前服務細胞的通訊好時，系統便會要求行動台交遞過去。
- 操作與維運之需求：  
當維運人員作必要處理時，基地台必須暫時停止服務，此時OAM便會介入這些正在通訊的行動台要求交遞到其他基地台。
- 導引重試(Directed retry):  
行動台一通話，系統便要求該行動台交遞到另一系統。通常這種交遞是發生在兩個系統的分工或是話務平衡。

在三種交遞方式中，軟交遞及柔交遞是最常發生的，針對軟交遞方式，規格也制定了三種演算法，如圖七所示，分別為Event 1A、1B、1C，相關演算法則及參數詳述如下：

Event	Reporting cell status	Triggering Condition	Reporting Range/Hysteresis	Time to Trigger	Reporting Interval
Event 1A (Add)	Active set cells + 2 monitored set cells	Monitored set cells	Addition Window/2.5 dB	Addition Time /100 ms	Addition Reporting Interval /0.5 s
Event 1B (Drop)	Active set cells	Active set cells	Drop Window/ 4 dB	Drop time /640 ms	-
Event 1C (replace)	Active set cells + 2 monitored set cells	-	Replacement Window/2 dB	Replacement time/100 ms	Replacement Reporting Interval/ 0.5s

圖七 軟交遞演算法

- Event 1A：鏈路增添  
如果  $M_{monitored} \geq M_{best\_active} - (\text{addition window})$  持續



(addition time)時間且active set尚未飽和，就將此監測細胞加入active set。

- Event 1B：鏈路移除

如果 $M_{worst\_active} \leq M_{best\_active} - (\text{drop window})$ 持續(drop time)時間，就將此最差細胞從active set中移除。

- Event 1C：鏈路取代

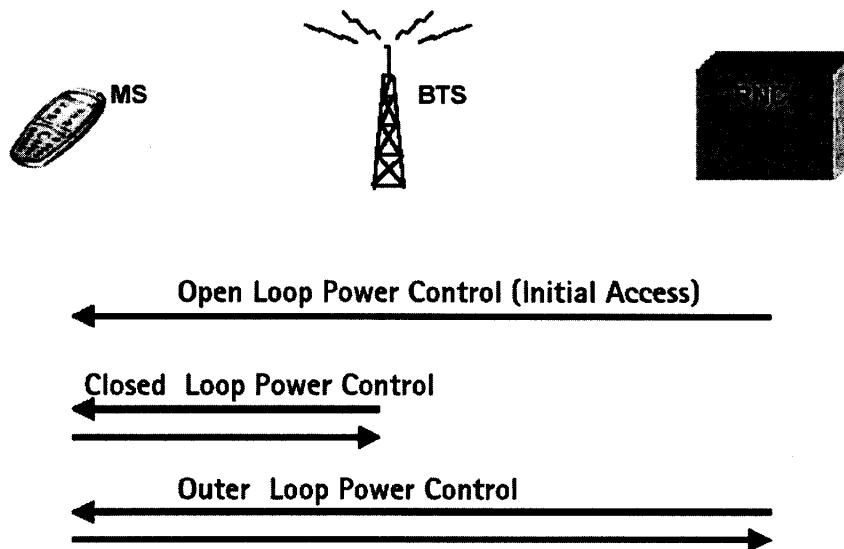
如果active set已滿，且在(replacement time)時間內

$M_{monitored\_best} \geq M_{worst\_active} + (\text{replacement window})$ ，就將在active set裡最差的細胞以監測細胞中最好的細胞取代。

括弧內的實際參數名稱則由設備廠商制定，另一種硬交遞則是由網路的RRC機制來判斷是否該執行，一般判斷的準則則是依照行動台的接收訊號強度回報或是基地台的負載平衡機制來決定。

### 2.3 功率控制 PC(Power Control)

功率控制的基本概念如圖八所示，是藉由控制上下鏈路的傳輸功率來維持鏈路的品質，以對抗遮蔽效應及信號快速衰弱，達到減少網路干擾及提昇系統容量與品質的目的。在3G系統中有三種功率控制方式如圖所示分別是：開迴路控制方式(Open loop pc)、內迴路功率控制方式(Inner closed loop pc)及外迴路功率控制方式(Outer loop pc)，詳述如下：



圖八 功率控制

- 開迴路控制方式(Open loop pc)

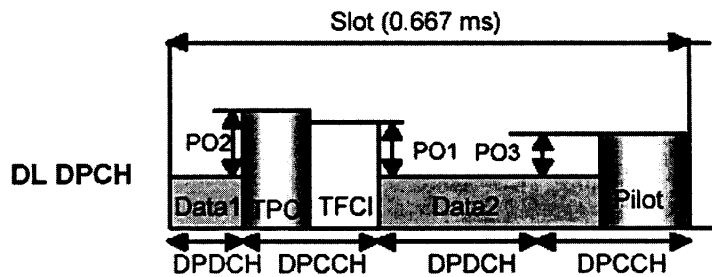
開迴路控制方式的運作是藉由下鏈路收到的信號強度來評估路徑損失(pathloss)，以上下鏈路所經驗的路徑損失一樣為前提，來估算上鏈路的初始發射功率，一般用在PRACH、PCPCH、DPCCH及DPDCH；以較常用到的PRACH為例，行動台發射訊息前必須先發送前序信號(preamble)，以取得基地台資源。因此用到的演算法則及相關參數如下：

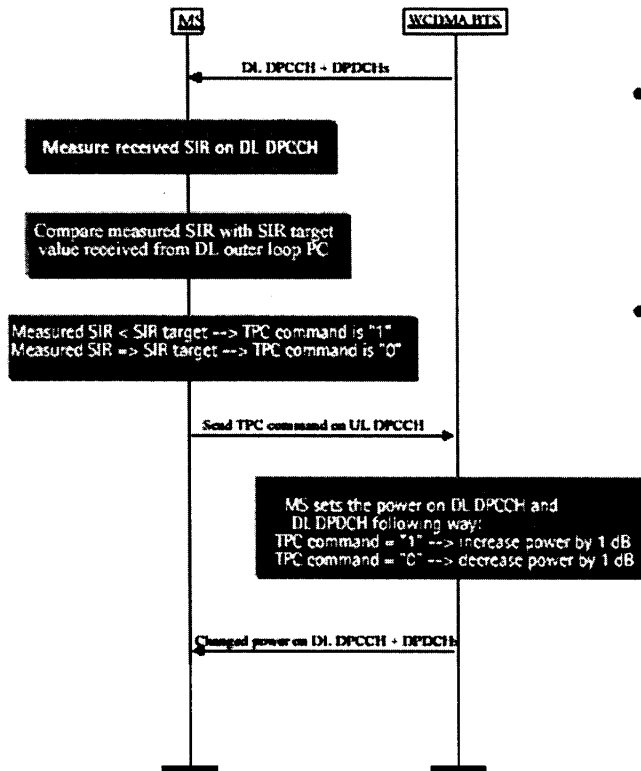
$$\text{Preamble\_Initial\_Power} = \text{CPICH\_Tx\_Power} - \text{CPICH\_RSCP} + \text{UL\_interference} + \text{UL\_required\_CI}$$

- CPICH\_Tx\_Power : CPICH之輸出功率
- CPICH\_RSCP : 行動台量到之CPICH功率
- UL\_interference : 基地台量到之接收總頻寬功率
- UL\_required\_CI : 上鏈路所需C/I值
- Preamble\_Initial\_Power : PRACH前序信號初始值
- Power\_Ramp\_Step : PRACH Preamble躍昇步階
- Pp-m : 最終Preamble與Message偏差值
- Preamble\_Retrans\_Max : Preamble最大量傳送限制
- RACH\_tx\_Max(Mmax) : PRACH之最大循環數
- AICH\_Transmission\_Timing : 最終Preamble與Message間隔

- 內迴路功率控制方式

WCDMA系統功率控制特性主要表現在閉迴路功率控制機制(Closed Loop pc)，針對目的及機制的不同，閉迴路功率控制又區分為內迴路功率控制及外迴路功率控制且同時應用在上下鏈路；內迴路功率控制頻率最高可達1500Hz，相較於GSM系統當然是快多了，因此內迴路功率控制又稱作快速功率控制方式(Fast Power Control)。以下鏈路內迴路功率控制方式為例，如圖九所示為下鏈路專用實體通道輸出功率位準差之表示圖以及運作示意圖





圖九 DL DPCH輸出功率位準差及運作示意圖

其中PO1、PO2及PO3分別是DPCCH的TFI、TPC及Pilot相對於DPDCH的偏移值；內迴路功率控制之功率調整方式就基地台而言若DPC\_MODE = 0，則需每一個時槽調整一次傳輸功率，若是DPC\_MODE = 1，則每三個時槽調整一次傳輸功率；在基地台接收到第k個TPC後，需根據下列式子調整下次所發射的功率

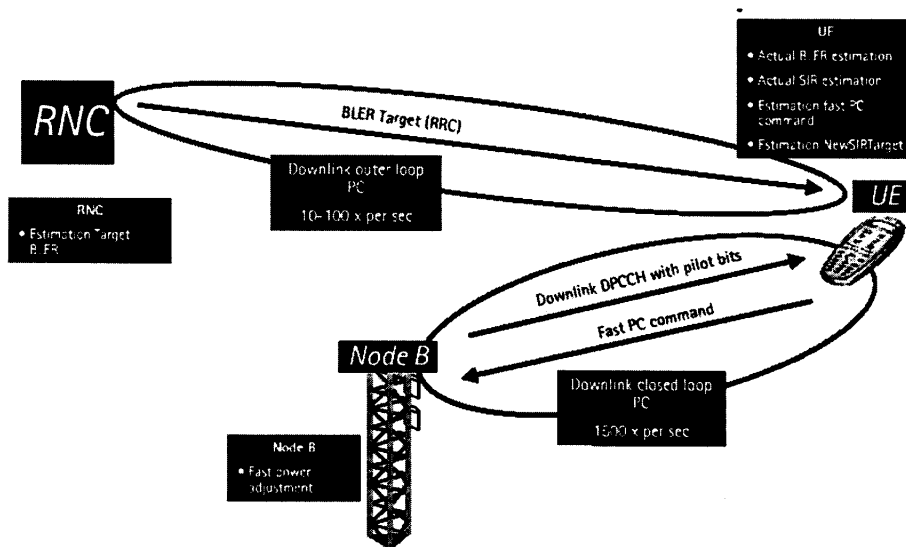
$$P(k) = P(k-1) + P_{TPC}(k)$$

其中 $P_{TPC}(k)$ 即為根據內迴路功率控制所得之功率調整值。

- 外迴路功率控制方式

系統開始執行閉迴路功率控制時，由RNC設定初始 $SIR_{target}$ 值，之後由內迴路功率控制依所量測之鏈路 $SIR_{est}$ 值與 $SIR_{target}$ 值比較，以調整發射功率，RNC必須動態地更新 $SIR_{target}$ 值，

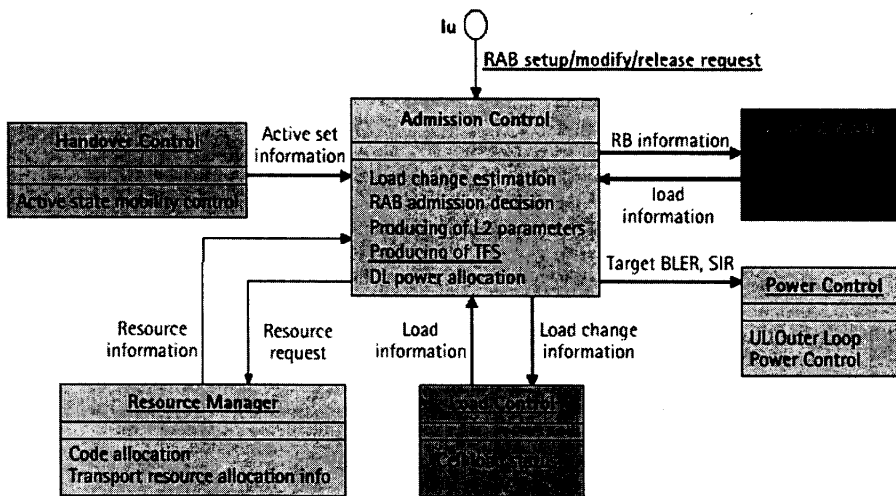
以維持鏈路之QoS。外迴路功率控制主要是依據BLER(Block Error Rate)值或BER(Bit Error Rate)值來判斷鏈路品質；鏈路品質好，BLER值就會降低，因此就會跟著降低SIR<sub>target</sub>值，相反的若是鏈路品質變差，BLER值就會升高，當然就要調高SIR<sub>target</sub>值，如此隨著環境變化來動態調整SIR<sub>target</sub>值，以避免因固定SIR<sub>target</sub>值而使發射端輸出過高功率而對其他用戶造成干擾或影響系統容量，抑或是發射過低功率而無法達到所要求之QoS。運作模式如圖十所示



圖十 外迴路功率控制

## 2.4 允諾控制 AC(Admission Control)

在WCDMA系統網路中，每一個新的使用者都會對原有的使用者造成干擾，影響他們的品質，因此對於新用戶的加入必須有個管制機制以避免造成既有網路影響，這個管制機制就是RRM中的允諾控制機制Admission Control，透過AC來管理RAN中新的RAB(Radio Access Bearer)訊務的接取控制，使RAN在穩定狀態下達到最大的容量；允諾控制與RRM各部功能機制的運作關係如下圖十一所示：



圖十一 AC與RRM各部功能運作圖

在AC決定是否允許一個RAB進入網路時，是以網路規劃所作的設定、目前上下鏈路的負載及評估接受這個新RAB進入後上下鏈路的負載變化等因素後，才作允許與否的決定；在估算新RAB所造成的負載時，不僅要預估本身細胞的負載，也要考慮其他細胞的負載變化，同時在估算上下鏈路的負載時，必須上下鏈路皆滿足負載的限制，如此新的RAB才可允許加入。針對上下鏈路的允諾控制分別說明如下：

- 上鏈路允諾控制(UL Admission Control)

允諾控制是依據無線網路規劃所給定的細胞負載參數來運作，上鏈路無線電資源負載則是以整個5MHz基地台的寬頻總接收功率來表示，基本準則如下公式所示

$$P_{rx\_nc} + \Delta I \leq P_{cell\_range}$$

$P_{rx\_nc}$  : 網路目前總接收功率

$\Delta I$  : 新RAB造成的接收功率變化估算值  
 PrxTarget : 網路規劃的負載限制  
 Prx\_Total : 目前實際總接收干擾量  
 PrxOffset : 接收干擾量餘裕值

當負載滿足上方式子時，上鏈路才可允許新的RAB加入。

- 下鏈路允諾控制(DL Admission Control)

下鏈路允諾控制則是以細胞的總發射功率來表示，如下式所示

$$P_{tx\_nc} + \Delta P_{tx} \leq P_{tx\_Target}$$

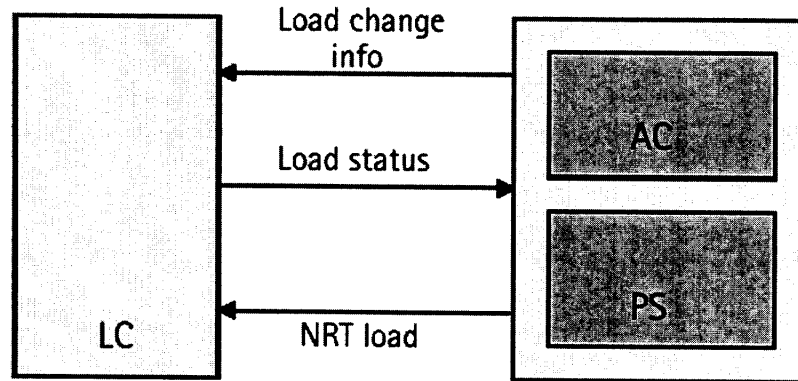
Ptx\_nc : 網路目前總發射功率  
 $\Delta P_{tx}$  : 新RAB需要的發射功率增加估算值  
 PtxTarget : 網路規劃的發射功率目標值  
 PtxTotal : 目前實際總發射功率值  
 PtxOffset : 發射功率餘裕值

如同上鏈路一樣必須滿足上方式子時，下鏈路才可允許新的RAB加入。

## 2.5 負載控制 LC(Load Control)

負載控制顧名思義就是負責確保系統不發生過載(overload)，以保持系統運作在穩定的狀態下，一旦過載的情形發生，負載控制機能就會很快的讓系統回歸到標的的負載值(target load)，因此負載控制機能就會週期性的去測量RNC上鏈路及下鏈路的干擾功率，RRM就依據干擾測量和無線網路規劃參數去監控細胞負載；負載控制可以區分成兩類:第一類是預防過載控制(Preventive load control)也就是在細胞尚未發生過載之前的處理，例如發生壅塞的情形時的預防處理，另一類是過載控制(Overload control)意即細胞

發生過載後的處理，例如丟棄話務等等，讓系統回復到正常的狀態。  
 負載控制與允諾控制及封包排程的關係如下圖十二所示



圖十二 LC與AC及PS之運作關係

透過與與允諾控制AC及封包排程PS的共同運作來作壅塞控制處理並更新系統負載狀態；一般RRM降低無線資源負載所採用的方式可分成在基地台端及RNC端的做法，在基地台端做法就是忽略或取消功率控制的提昇功率指令以及降低上鏈路內迴路功率控制的SIR<sub>Target</sub>值，至於RNC端的做法則是由封包排程PS降低NRT packet datd的速率或是降低RT RAB的速率(例如AMR)或是藉由交遞的方式來達到目的，最差情況就是放棄某些話務形成斷話，以維持系統穩定運作。有關無線電資源負載狀態的評估依據則如下：

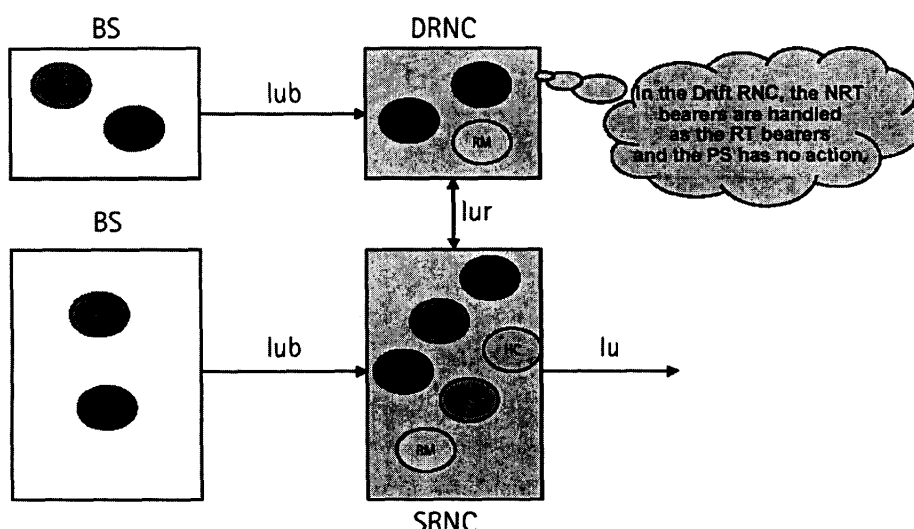
- 上鏈路：依據細胞的上鏈路寬頻總接收功率 (PrxTotal)  
 是在 5 MHz內所接收到的總功率，包含Iown、Iother、Pn  

$$PrxTotal = Iown + Iother + Pn$$
  - Iown : 本身細胞干擾
  - Iother : 其他細胞干擾
  - Pn : 系統雜訊
- 下鏈路：依據細胞的下鏈路總發射功率 (PtxTotal)  
 是算功率放大器PA所發射的總功率，包含CPICH、SCH、DPCH等所有通道。

## 2.6 封包排程 PS(Packet Scheduler)

封包排程在RRM的功能中約略如下:決定可供NRT Bear使用

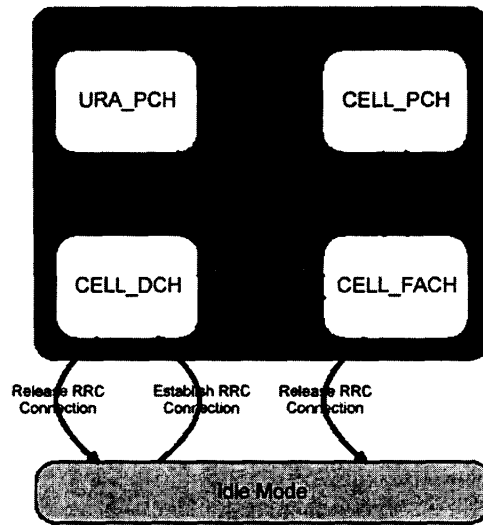
的無線介面資源、分配不同NRT用戶間的無線介面資源、監控目前NRT Bear的分配、起始傳輸通道(transport channel)型式的變更，如共通頻道、共享與專屬頻道間的轉換、控制bit rate增減、負載控制單元會對NRT Bearers執行封包排程來減輕負載等等，封包排程的邏輯示意圖如圖十三所示：



圖十三 PS邏輯示意圖

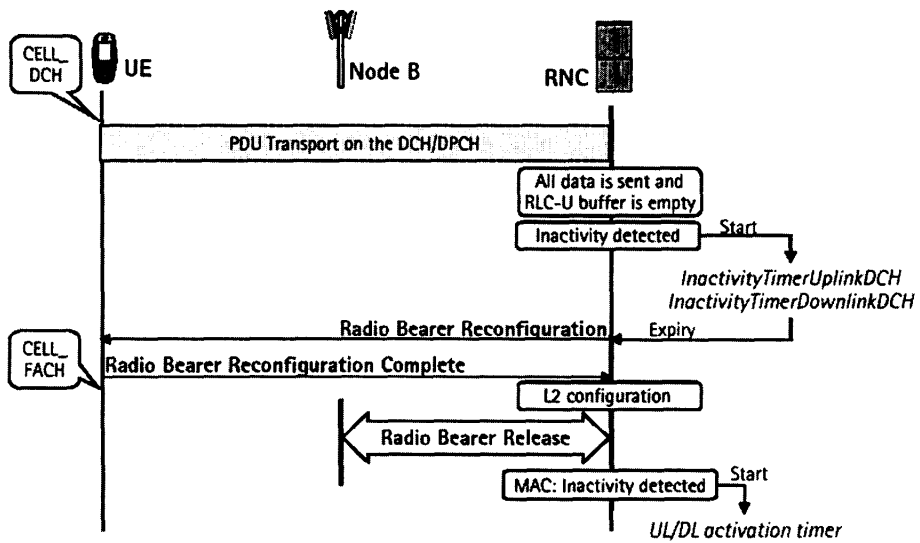
在RRC封包資料轉換狀態中，RRC掌控UE和RAN之間的第三層控制訊令，RRC允許RAN和UE間的溝通，例如RAN可要求UE進行鄰細胞量測；UE可將量測資料回報RAN；每個UE最多只有一條處於RAN與UE間的RRC邏輯鏈結可載送多個上層的訊息交換，只要有signaling link存在時，會有RRC connection建立，且UE會進入UTRAN connected mode；在UTRAN connected mode時，UE的位置會被註冊在URA或cell level，當RRC連結解除或失效時，UE會離開UTRAN connected mode，並進入idel mode，示意圖如圖十四所示：





圖十四 RRC狀態轉換圖

以從Cell\_DCH轉換到Cell\_FACH為例，流程圖如圖十五及相關參數定義說明如下：



圖十五 Cell\_DCH轉換到Cell\_FACH

其中參數InactivityTimerUplinkDCH：從UL DCH silence到解

除DCH資源的時間；依照不同bit rate設定。另一參數 InactivityTimerDownlinkDCH：則是從UL DCH silence到解除DCH資源的時間；也是依照不同bit rate來作設定。

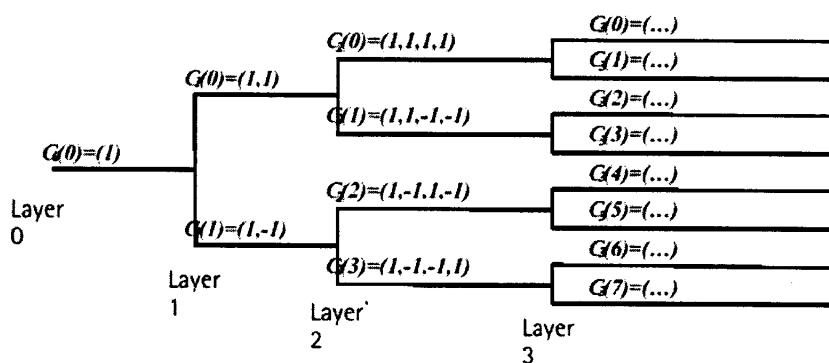
當封包排程PS運作在過載狀態下時，一般解決的方式及程序如下：

1. 減少非即時話務bit rate到最小需求以下
  - 減少background class bearers之DCH Bit rate (不低於MinAllowedBitRateUL/DL)
  - 減少Interactive class bearers之DCH Bit rate (不低於MinAllowedBitRateUL/DL)
2. 將非即時話務移至FACH通道
3. 捨棄非即時話務

實際運作則是透過更改TFCS來更動bit rate，在行動台的TFCS則由RRC:Transport Format Combination control來控制，一旦過載狀態解除，即恢復原本的TFCS。

## 2.7 資源管理 RM (Resource Manager)

資源管理在RRM中主要負責針對每一無線鏈路，依照RRC層的頻道要求來分配基地台的邏輯無線資源，RM是位於RNC端並且和AC及PS緊密配合運作，RM能針對不同的原因理由作數碼的切換及數碼型態的改變，例如軟交遞或是碼樹的分散重整等原因，RM也藉由基地台的訊息回報來作基地台邏輯硬體資源的管理，圖十六所示為RM中的數碼分配演算法則運作所用到的Spreading Code表示圖



圖十六 數碼分配演算法則(code tree)

如圖所示數碼依照其型態分成一層一層的架構，由0到11共區分成12層，但是只有第二層到第八層可分配給下鏈路使用，上鏈路則分配從第二層到第七層，其中 $C_m(n)$ 的 $m$ 和 $n$ 分別代表第幾層和在那一層正交碼序中的第幾個；由於數碼的分配運作一段時間可能會發生散亂的現象，因此必須藉由重整使其恢復最佳狀態提高效率，相關參數如CodeTreeOptimisation即是定義是否要對細胞作數碼重整，令一參數CodeTreeOptTimer則是定義當在沒有其他原因事件觸發作數碼優化重整時，則自發性的多久時間重整一次；除了分配下鏈路的Spreading Code，RM也負責作行動台的上鏈路Scrambling Code的分配，當在連結建立階段時，RM便會從RNC的數碼表單中分配一個獨一無二的Scrambling Code給行動台使用，當然在一個RNC底下的行動台所分配到的Scrambling Code不能一樣否則會發生碰撞的情形，但是因為各個RNC都是各自分配自己的Scrambling Code給行動台使用，所以有可能發生兩個行動台都分配到相同的Scrambling Code，因此在作數碼規劃時必須小心避免這種碰撞情況的發生。

### 第三章 2G/3G 無線網路之整合

本章主要在說明 3G 系統與目前營運中的 2G 系統的介接技術，透過有效的系統整合及雙網路的彼此涵蓋互補，達到綿密無間斷的服務提供，以發揮整體網路的最高效率。

#### 3.1 跨系統的移動

2G/3G 跨系統的移動將是網路中必然會發生的行為，一開始由於 2G 系統已經是很穩定成熟的網路，3G 的佈建也必然是逐步擴展，因此建設初期較有可能是 3G 的行動台跨進 2G 的系統中，等 3G 網路建設到一定規模時，才比較有可能發生 2G 的行動台因為沒有 2G 網路的涵蓋因而必須進入 3G 系統，針對 2G/3G 網路間的互聯互通等整合技術問題，約略可區分如下數項：

1. 待機模式下 2G/3G 行動台的移動性問題，例如：細胞重選
2. 3G 到 2G 的語音交遞
3. 2G 到 3G 的語音交遞
4. 3G 到 2G 的封包資料交遞
5. 2G 到 3G 的封包資料交遞
6. 2G/3G 同時的語音和資料封包的交遞

其中當然有些項目可以依照市場趨向及政策規劃而作適應調整，基本上牽涉的移動性的問題約如上所述。

#### 3.2 待機模式下的細胞重選

在行動台待機的情況下，2G/3G 雙系統間的移動性可區分成 3G 行動台作細胞重選到 2G 系統，及 2G 行動台作細胞重選到 3G 系統這兩種情況，必須考量注意的地方如下：

##### 1. 3G 行動台到 2G 系統的情況

當待機中的 3G 行動台將逐漸失去 3G 訊號時，可以透過 3G 基地台所廣播的控制參數及 2G 鄰細胞資訊，使得 3G 行動台在失去 3G 訊號之前能作細胞重選到 2G 系統，避免沒有網路涵蓋的情形發生，因此必須制定的相關演算法則約略如下：

- 搜尋 2G 基地台細胞及執行訊號量測的準則。

- 評估 2G 細胞是否是合格細胞的準則 S。
- 對合格細胞排序及選出最佳細胞的準則 R。

## 2. 2G 行動台到 3G 系統的情況

如同上述 3G 到 2G 的情況一樣的運作原理方法，當然 2G 的基地台就必須廣播相關的控制參數及 3G 鄰細胞資訊給 2G 行動台知道。

### 3.3 2G/3G 間的交遞

在 2G 與 3G 間的服務交遞可分成以下三項說明

#### 1. 3G 到 2G 交遞 --- CS 及 PS

首先當 3G 行動台在 3G 系統 RRC 連線建立時就必須讓 3G 系統知道他是多模手機且支援 2G GSM 系統運作，並讓系統也知道他需要使用上鏈路及/或下鏈路壓縮模式以量測 2G GSM 訊號；在 3G 交遞到 2G 時 RNC 必須決定行動台應該交遞到哪一個 GSM 細胞；這種 3G 交遞到 2G 將是最常發生的情況，尤其是 3G 剛開始導入階段，涵蓋還不是很普遍的時候，因為這種跨系統交遞是屬於硬交遞，因此新鏈路建立同時，舊鏈路就切斷，並沒有新舊鏈路重疊同時存在。

#### 2. 2G 到 3G 交遞 --- PS

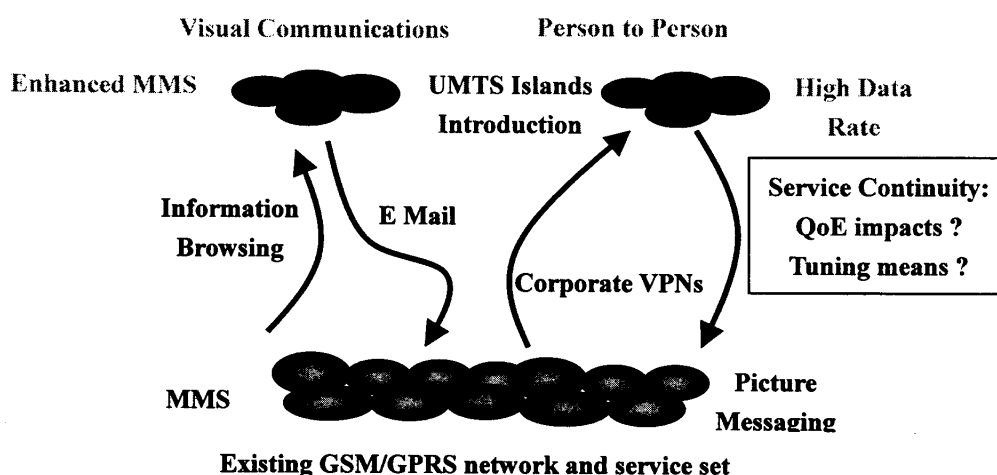
在 GPRS ready 模式時，是由行動台執行 2G 到 3G 的細胞重選動作；這種情況的發生是當 GSM 的平均收訊強度 RLA(Received Level Average)低於所設定的臨界值(Qsearch\_I)時，行動台即自動進行細胞重選，這種交遞動作對 UTRAN 並無衝擊影響，但對 CN 端將是考驗，因為必須將存在 2G 的舊 SGSN 的資料轉移到 3G 的新 SGSN。

#### 3. 2G 到 3G 交遞 --- CS

同樣的首先 2G 行動台必須讓系統知道他有支援 3G 的功能(透過 ClassMark 傳送)，然後系統必須告知行動台量測哪些 3G 鄰細胞以及量測哪些項目，並且作回報以讓 BSC 判斷該交遞給哪個 3G 細胞。

### 3.4 跨系統之服務的連續

跨系統服務的連續首先需注意的就是用戶端實際感受到的服務品質 QoE(Quality of Experience)是否能讓客戶感到滿意，尤其 3G 強調不同於 2G 語音服務的多樣性資料傳輸服務，因此對於雙系統整合網路可以依照市場需求及策略的應用，讓某種類型的服務偏重在某一系統上來提供服務，來單純化系統的整合負載，如圖十七所示讓有高速需求的應用服務(視訊服務、多媒體等高速率服務)在 3G 網路上提供，既有的 2G 網路則負責提供低速率的資料服務(MMS、E-Mail)，透過相關的參數調整及量測判斷等控制機制來達到目的。



圖十七 雙系統網路分工整合

### 3.5 結論

在 3G 系統導入既有營運中的 2G 系統網路時，無可避免的就是跨系統時，必須能保持服務連續性的提供，因此無論是 2G 到 3G 或是 3G 到 2G，也不分待機或通訊中，雙系統都必須能平順地作切換的動作，才不致使用戶感到不便或困惑，所以 2G/3G 系統的整合，尤其無線網路這端的部分更是迫切且重要，面對即將開放的 3G 服務，尤其是 3G 所強調的資料服務特性，在跨系統時實際讓用戶感受到的服務品質，是否能保持相當的水準要求，雙系統間相關移動性的參數微調或是演算機制的控制準則將扮演相當重要的角色，由於 2G 和 3G 分屬不同的系統設備供應商，技術的研發進展時程也不同，如何儘早完全整合運作，也是我中華電信必須與雙系統設備供應商共同加緊努力的地方。

## 名詞解釋

3G	Third-generation
3GPP	Third Generation Partnership Project
CCPCH	Common Control Physical Channel
CPICH	Common Pilot Channel
CRNC	Controlling RNC
GPRS	General Packet Radio System
GSM	Global System for Mobile communication
HO	HandOver
RAB	Radio Access Bearer
RAN	Radio Access Network
RNC	Radio Network Controller
RRC	Radio Resource Control
RRM	Radio Resource Management
SHO	Soft HandOver
SRNC	Serving RNC
TFCS	Transport Format Combination Set
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

## 心 得

職於今年11月22日至12月05日，奉派赴Nortel 巴黎附近ESPOO之教育訓練中心，研習第三代行動電話系統無線網路量測及優化技術。課程安排主要是以上課教授方式進行，並輔以電腦講解實習，以加深印象增進學習成效。第一週授課內容以3G無線網路架構及量測介紹為主、循序漸進建立3G無線網路部分的整體概念；第二週則介紹優化相關技術課程，學習網路優化的參數及因應調整技巧，以增進網路效能達到規劃設計的目標。

經過二週之研習，讓職獲悉瞭解3G無線網路量測及優化技術在系統中所扮演的角色及其重要性，透過系統內部及外部量測才能精準的執行相關程序的判斷及執行，並藉由網路優化參數的調整達到系統的最佳性能及發揮最大效益，相信這些學習課程對未來之開課訓練，將有相當助益。

另外Nortel公司亦安排了兩天參觀該公司2G/3G實驗室之展示活動，以實機透過實驗室之行動網路設備介紹該公司目前研究成果及未來研發技術方向，如2G的GPRS跨TDMA多時槽功能、EDGE，以及現今3G網路之各項應用，如手機之Video Call、高速率FTP檔案傳輸服務等等，讓職見識到新技術應用之成果及未來3G服務應用的多樣性，更加感覺3G發展潛能無限。



## 感想及建議

目前電信業者對 3G 行動電話系統的建置腳步已趨於緩慢，普遍認為 3G 的高速率資料傳輸需求市場尚未起來，因此對於 3G 仍抱持觀望保留態度，但本公司基於為滿足客戶對未來行動電話服務之需求，也堅持中華電信對所有客戶提供高品質、高速率行動電話服務之承諾，仍以既定的進度佈建第三代行動電話系統。對於新系統新業務的導入，訓練所擔負公司專業人員訓練之重要職責，自當更加協助區分公司對新建設新技術之教育訓練工作，因此在這 3G 建設初期，職奉派參與研習課程，抱著學習新知、傳承技術的態度，努力研讀相關課程，希望有助於日後教學課程的進行及對建設維運優化作業有所貢獻。也期望透過本次報告之敘述說明，提供相關同仁對 3G 無線網路量測及優化技術有較完整之概念與了解。

將近兩個禮拜的教育訓練及實習課程，嚴格說來，對於 3G 規格尚在演進的新技術學習，確實時間有些緊湊也不可能完全巨細靡遺的囊括，尤其目前開放服務的 3G 營運實例也並不多，對於實際運作中的系統網路優化作業也尚未有共通的模式做法，因此若能持續接觸新技術的演進及越來越多的維運實例，相信對於中華電信已經進行中的 3G 系統建設及維運作業，成效助益應可更大。

此次出國實習，應 Nortel 公司邀請參加教育訓練，如同其他通信設備廠商一樣，仍是依照國際共通標準 3GPP 規格研發設備及技術，因此在多方面的技術、做法是相似的，且將來 2G/3G 的互聯互通是勢在必行，因此 2G/3G 無線接取網路端的互聯技術也在這次的出國行程安排中，雖僅只是初期互聯網路的簡單基本功能提供(詳細參考第三章)，但仍可見該公司之細心規劃安排。建議未來相關出國受訓

課程安排，不僅只是單純個別 2G 或 3G 系統網路的考量，亦需考慮 2G/3G 的互聯介接，隨時跟進新功能新技術，達到彼此互補互助共創利益的目的，如此方能使整個中華電信行動網路的涵蓋得以綿密延續發揮最大效用，提供顧客最佳服務品質，並創造公司最高的效益。