

# 行動通信基地台及 QoS 介紹

南台科技大學 碩專資管二甲 n9490010 楊昭明

## 摘要

行動通信在全球化資訊競爭的環境下，提供便捷的資訊流通道，其系統演進中，基地台運作良否在通訊品質優劣上扮演重要角色。本文希望從基地台(BTS)端探討通訊品質優化的問題，藉由系統介紹、參數調整及頻道規劃等有系統的說明，讓讀者明瞭優質的通訊品質來自基地台硬體的正常運作及軟體的縝密微調。本文中提供現行的實體照片及優化實例，提供有志從事行動通信技術研究者有一實務基礎。

關鍵字：行動基地台、行動通訊服務品質、通話品質優化

## 1. 簡介

在行動通訊領域中，由於第一代的類比系統，第二代的數位系統成功的推展開來，再伴隨著數位信號處理技術與 IC 製程技術的日趨成熟，與多媒體產業的蓬勃發展，行動通訊與資訊產品、消費性電子產品的結合，乃成為未來的發展趨勢。第三代的無線通訊系統是以寬頻和整合多樣化服務項目的訴求為主，不僅要能提供高品質的語音服務，更要能提供即時多媒體的高速率的數據傳輸服務。

本文相關研究介紹由第二章--行動通訊基地台介紹：首先簡介行動通訊系統架構，以瞭解基地台在整個行動通訊系統中功能角色；介紹天線，因其對電磁波信號提供送收介質，了解其物理特性有助於訊號涵蓋的佈置；再來介紹基地台主體及其送收信號的工作模式。第三章--服務品質 (QoS) 介紹，說明通話品質的優化是追求高品質通訊服務的重要工作，其內容包括 QoS 之品質指標、潛在硬體問題之發覺、干擾分析與查測、頻道規劃與調整及 RSV 路測。最後，第四章--結論。

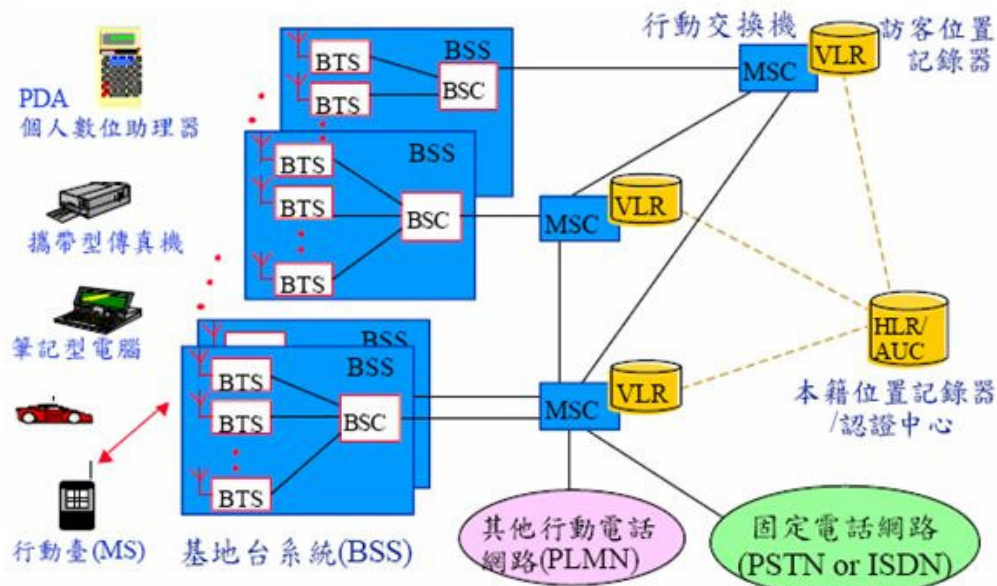
## 2.行動通訊基地台介紹

### 2.1 介紹

現行的無線行動通訊系統已由類比式行動電話，例如:AMPS，演進至數位式行動電話，例如:GSM(Global System for Mobile communications),WCDMA，因數位式行動電話其具有在有限的頻道中支援更多的行動電話用戶、增加系統用戶容量、提供良好的安全性及語音品質、數據(data)服務等優點，而在3G-WCDMA系統中更提供影音等串流數據服務。

#### 2.1.1 GSM系統架構

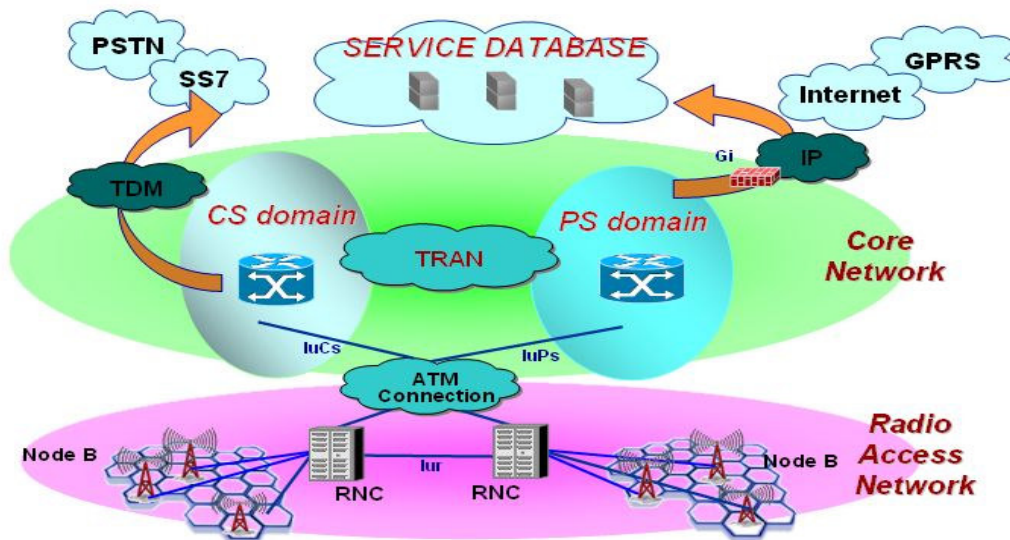
行動台(MS)經由空中介面與GSM基地台(BTS)訊息溝通，再傳送訊息至機房的基地台控制器度(BSC)，進入行動交換機(MSC)進行訊息交換。每部行動交換機配置訪客記錄器(VLR)，以記錄至此行動交換機的資料；而訪客記錄器與本籍位置記錄器(HLR)及認證中心(AUC)建立訊息鏈路，用於資料查詢及認證功能。



#### 2.1.2 WCDMA 系統架構

WCDMA 系統在 Radio Access Network 部分與 GSM 系統功能相似，但

WCDMA 系統其較 GSM 系統多出處理影像的功能需求。因此訊息經由 WCDMA 基地台(稱作:Node B)傳至基地台控制器(RNC)，藉由 ATM Connection 在核心網路進行交換，其中語音部分經由 IuCs 介面進入 CS domain 的交換機，利用 TDM 技術提供服務；而影像及數據則經由 IuPs 介面進入 CS domain 的交換機，利用 IP 技術提供服務。



## 2.2. 天線

天線的效能為影響無線通訊品質重要的一環；各種無線通訊系統的天線，依照不同的應用而有不同的特性需求。無線通訊手機越做越小，為了便於攜帶及美觀，包括行動通訊、定位、數位電視、無線區域網路等單功能或多功能天線，最好隱藏在手機內。基地台的天線依照放置地點周遭環境的不同而有不同的場型及極化需求。降低各種行動天線的尺寸及設計多功能天線以減少所需天線數目，可以節省裝置成本。結合微波放大器電路設計主動式天線以提升天線增益，可以擴大行動通訊的使用範圍。

### 2.2.1 天線類型

依涵蓋角度區分，可分全向性天線及指向性天線

全向性天線：涵蓋角度為 360 度，如下圖。



指向性天線：涵蓋角度為 120 度，如下圖。



依系統頻段使用區分，可分單頻天線、雙頻天線及三頻天線。

單頻天線：



雙頻天線：

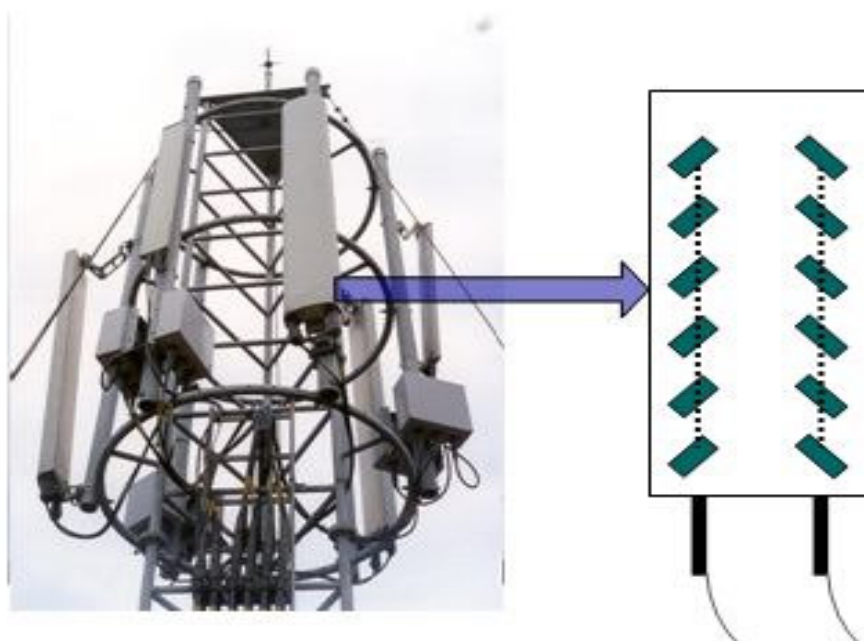


## 三頻天線



### 2.2.2 指向性天線內部結構

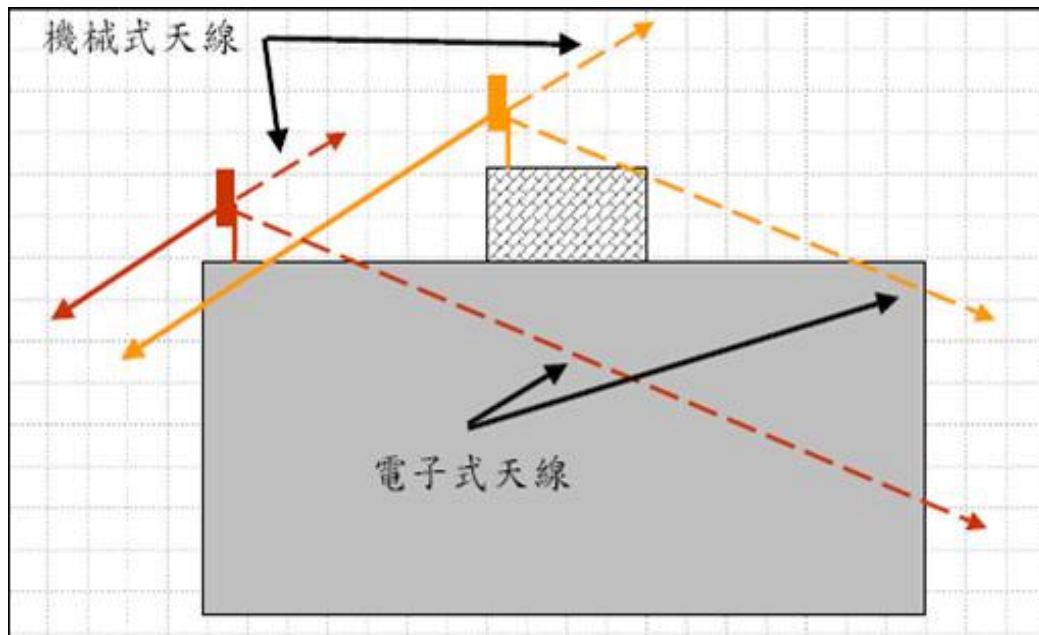
由於信號涵蓋區的有效控制，目前大多數皆使用指向性天線。指向性天線內部係利用兩組不同之天線列進行接收信號，基地台會選擇信號較佳之天線列。



天線的方位及下傾(downtitle)角度的變化可改變涵蓋範圍，其中天線角度(downtitle)又分機械式(mechanical)角度及電子式(electrical)角度。而無線信號在空中介面傳播時，易因介質改變及障礙物而發生折射或反射，因此調整天線或downtitle 角度時，最好到各相關基地台查勘(survey)，以瞭解其 RF 環境。

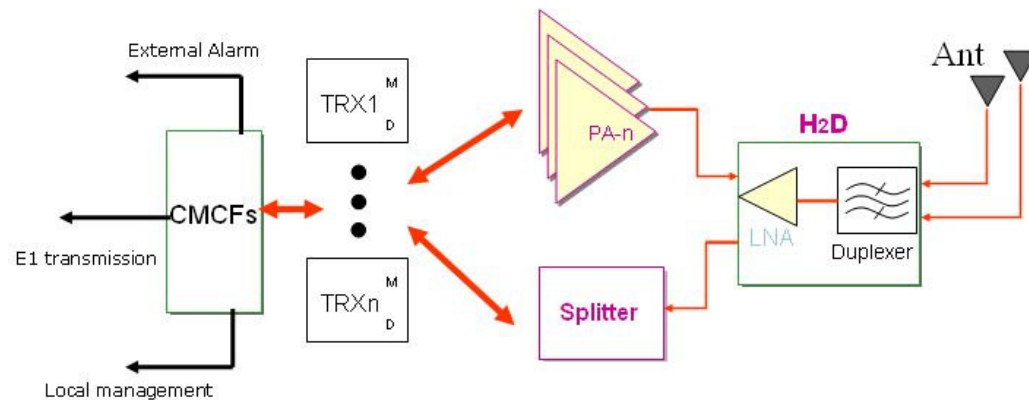
### 2.2.3 天線下傾背波影響

天線架設時需考慮其下傾背波的影響，機械式天線及電子式天線因其物理機構的特性其背波有不同行進方向，需避免造成干擾。



### 2.3 基地台主體

以功能(function)方塊圖來解釋其單體運作模式：





CMCFs : Common Function Modules

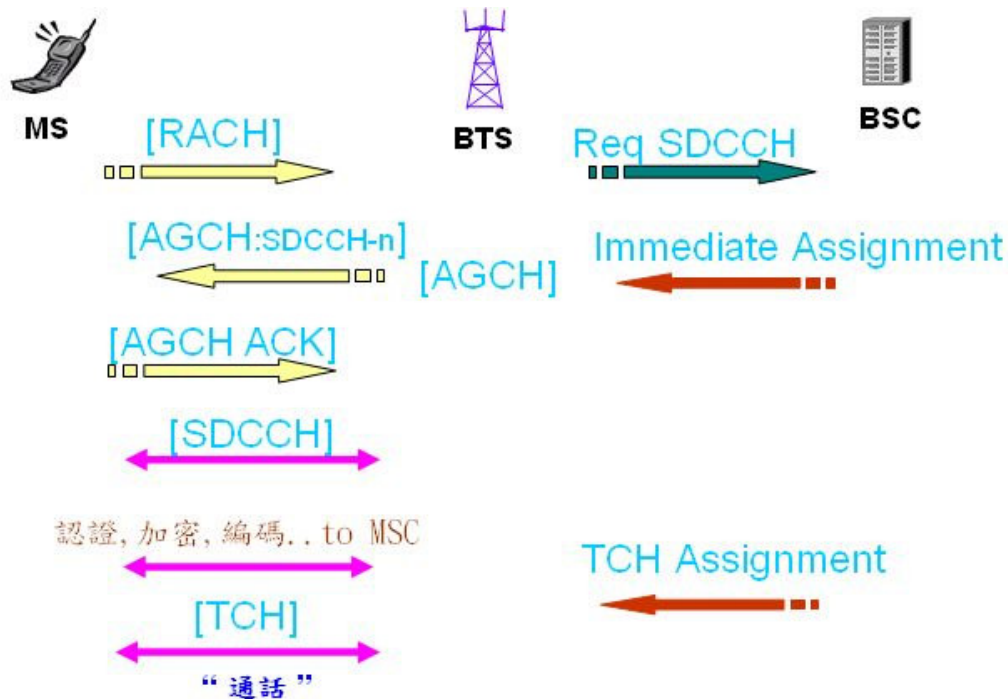
- For GSM : 提供 Clock Recovery 、 E1 transmission Interface 、 system Manager
- For WCDMA : 提供 Clock Recovery 、 E1 transmission Interface 、 ATM 與 TDM 轉換、Application Manager、Signal Processing 、 Summing/multiplexing

### 3.0 服務品質 (QoS) 介紹

隨著資訊時代的來臨，行動語音、數據通訊與各種行動服務的需求日益增加，現階段的行動通訊系統已面臨通訊頻道不敷使用與傳輸速率不足的瓶頸；提供更高頻譜使用率、更高速率傳輸服務的第三代行動通訊 (3G) 應運而生，並為全球各界所期待。面對通訊服務品質的要求，應朝向(1) 高度頻譜利用效率：透過嚴密、快速的功率控制。(2)無遠弗屆的覆蓋率：服務區彼此可完全覆蓋，系統可規劃彈性、綿密的基地台配置。(3)高品質、高速率的多媒體資料傳輸：透過動態、有效率的無線資源分配，除了能提供高達 2Mbps 的高速傳輸服務，3G 系統更能同時滿足各種不同的 QoS 服務要求，提供具彈性的多樣化雙向傳輸服務，並提供較佳的通訊品質，有效降低通訊中斷率。行動通話服務品質(QoS) 主要由查測車收集基地台與手機送收訊號品質資料,其用於評估通話品質優劣及分析基地台狀況。行動電話 QoS 參數項目眾多,品質改善人員需依其專業知識,費時地交叉評估各參數,以了解基地台狀況及訊號狀況。

#### 3.1 呼叫通話建立流程：

手機(MS)要求進行通話時，首先藉由 RACH 向基地台(BTS)提出通話需求，基地台(BTS)就向基地台控制器(BSC)要求指配 SDCCH，基地台控制器(BSC)就立即進行指配(Assignment)動作，BSC 指配 BTS 利用一 AGCH 與 MS 進行訊息溝通，BTS 就用此 AGCH 攜帶編號 n.的 SDCCH 訊息給 MS，MS 得此訊息後就回應一 ACK 動作-“AGCH ACK”給 BTS，至此，MS 與 BTS 已達成要利用編號 n.的 SDCCH 進行控制訊令溝通的共識。接著，MS 就用 SDCCH-n 透過 BTS、BSC 與所屬交換機進行認證加密編碼等工作，一旦此認證等程序完成後，BSC 就進行”TCH Assignment”動作，即告知 BTS 提供一話務通道 TCH 與 MS，MS 就利用此 TCH 進行通話。整個呼叫通話就建立成功，待通話完畢 MS 掛斷電話，就將所佔用的話務通道釋放。



### 3.2 QoS 之品質指標

通話服務品質(QoS)指標是由一些 QoS Component 所組成，其包括 TCH 通話中斷率(Call Drop Rate)、呼叫建立失敗率(Establishment Failure)、SDCCH 阻塞率(SDCCH Blocking Rate)、TCH 阻塞率(TCH Blocking)、相同 BSC 內之入交遞失敗率(Inc\_Intra\_BSC HO Failure)、不同 BSC 間之入交遞失敗率(Inc\_Inter\_BSC HO Failure)。而通信業者就針對各 QoS Component 訂定權重(Weight)予以組合達成所追求的 QoS 服務品質目標值一般只容許 3% 的誤值即目標值為 97% 以上。而 QoS Component 中最在乎的是 TCH 通話中斷率，即最不容許通話中斷訊，因此對其提供較高的權重值。以下實例為 K 業者的要求設定值：

#### QoS 之品質指標

- (1) TCH 通話中斷率-Call Drop Rate (w1=50%)
- (2) 呼叫建立失敗率-Establishment Failure (w2=10%)
- (3) SDCCH 阻塞率-SDCCH Blocking Rate (w3=10%)

(4) TCH 阻塞率-TCH Blocking (w4=10%)

(5) 相同 BSC 內之入交遞失敗率-Inc\_Intra\_BSC HO Failure (w5=10%)

(6) 不同 BSC 間之入交遞失敗率-Inc\_Inter\_BSC HO Failure (w6=10%)

$$\text{QoS 目標值} = 100\% - [(1)*w1 + (2)*w2 + (3)*w3 + (4)*w4 + (5)*w5 + (6)*w6] > 97\%$$

服務品質追求的是手機與基地台間通話訊號的最佳化，因此需利用交換機所提供的 QoS 參數來評估其服務狀況，以瞭解其通訊情形，而 QoS 參數項目繁多，各家業者的品改人員需從其中瞭解其關聯性與基地台狀況，並建立其品質要求準則，因此參數的異常變化所隱含意義就需探究其因。

例如： 呼叫建立失敗率

→可視為 SDCCH 之通話中斷率

→當 MSC 之 CPU 負載高時,將導致呼叫建立失敗率高

→Check HardWare

→Check RF Problem

例如： TCH 阻塞率

→Check TCH Overflow

- Add SDCCH Channel

→Check co-located DualBand Traffic

- Adjust CRO, CBQ
- Decrease Traffic

○ Low CRO, CBQ=TRUE

→Check Coverage

- Antenna Downtile

另外，QoS 另一品質指標-- Link Balance

○ Link Balance = (DL-UL) dB

○ DL : 手機接收信號強度之平均準位 (dBm)

○ UL : 基地台接收信號強度之平均準位 (dBm)

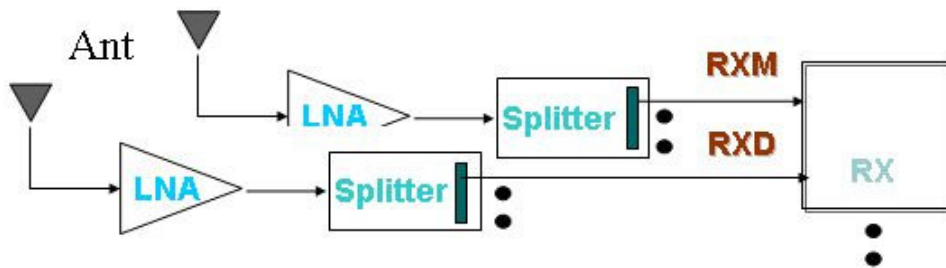
○ 主要影響之品質指標

- 通話中斷率
- 指配失敗率

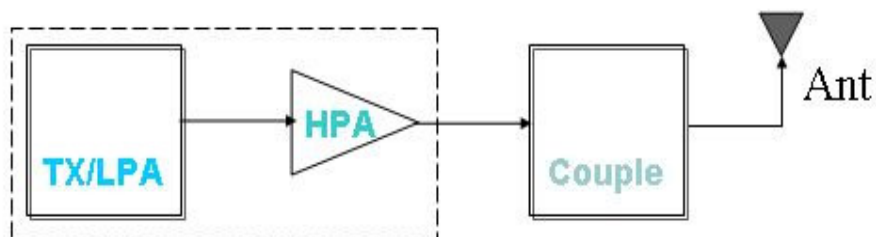
○ 成因

- 硬體(含天線或饋線)問題：90%
- 線接錯或接頭鬆動：8%
- 參數值設定：1%
- 環境：1%

○ Link Balance > 0 (UL 不足)->基地台接收路徑



○ Link Balance < 0 (DL 不足)->基地台發射路徑



### 3.3 潛在硬體問題之發覺

基地台系統的異常，通常可透過遠端監控及現場異常告警燈號的顯示而得知；但因受限於電子元件老化、收發單體劣化、系統佈置及空中無線環境等因素，而無法明顯得知故障所在。因此，如何發覺潛在問題就需藉由 QoS 參數來瞭解，以及進一步調整系統設定值達到通話品質的優化。

另可藉由 Data mining 技術尋找參數間的關聯性，輔助查測人員瞭解 BTS 狀態及加速查修。

### 3.4 干擾分析與查測

現實世界中各式各樣的無線電發送設備送收訊號於空中，因此空中充斥著無線電訊號在各個頻道上，頻譜上不會是單純乾淨，而是有許多的雜訊。因此，需正確使用無線電發送設備，以防干擾他人或受他人干擾。

行動通訊系統天線置於建築物高點，易接收到其他通訊系統訊號，由 QoS 參數值異常而判斷該基地台系統受到干擾，因此需尋找出干擾源再予以排除。

#### 3.4.1 干擾查測設備

- 頻譜分析儀
- 方向性 YAGI 天線
- 量測用 Cable
- DC/AC 110V Inverter 一組
- 電源延長線
- 望遠鏡

#### 3.4.2 干擾源查測

干擾查測設備置於查測車上，將 YAGI 天線藉由 Cable 連接至頻譜分析儀的 Input Port，利用 DC/AC 110V Inverter 將車子 DC 電壓 12V 轉換為 AC 電壓 110V，經由電源延長線提供頻譜分析儀電源。

先查知是那一頻段受干擾(GSM900、DCS1800 或 WCDMA band)，將頻譜分

析儀掃瞄頻段設定到受干擾頻段，將查測車駛往干擾源可能方向，往干擾信號強度愈強的方向尋去，因干擾信號可能來自反射波，所以需考慮附近建築物環境，必要時可利用望遠鏡查勘。另可多方向嘗試，在地圖上找出交集點，注意特殊地點(例如：學校、公家機關、香腸族天線所在地)及配合干擾特性(例如：時間性)耐心多方訪查。

### 3.5 頻道規劃與調整

由呼叫通話建立流程中瞭解通訊的建立，需藉由一些控制通道的訊息溝通及話務通道的充足提供，方能使通話服務流暢；但受限於收發單體(TRX)提供通道數有限，如何提高通道使用效率，來自完善的頻道規劃及配合使用情況的調整。此部分需經由評估 QoS 參數值與收發單體(TRX)數量的配置，雙方互相搭配方能有效的使用頻道。

說明實例：

以一 Cell 包含 3 個 TRXs 而言，其配合 3 個 tdma(tdma0,1,2)頻道軟體規劃，每個 tdma 包含 8 個 timeslot。

**tdma0**：以圖例 timeslot 0 規劃為 mainBCCH 用、其再細劃包含 BCCH、RACH、PCH、AGCH 的使用(提供廣播、進接、呼叫等控管功用)；timeslot 1 規劃為 SDCCH 用(提供呼叫建立及指配話務通道控管功用)；而 timeslot 2~7 則作為 TCH 話務通道用以圖例而言其另可作 PDTCH 用途(提供上網)，但如”空閒”狀態而需供話務通道 TCH 使用時，可作 TCH 使用，但至少需維持一個 PDTCH 用途。

```
channel state      on timeslot 0 BCCH ( ) is available channelType (mainBCCH)
                  on timeslot 0 RACH ( ) is available channelType (mainBCCH)
                  on timeslot 0 PCH AGCH ( ) is available channelType (mainBCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (0) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (1) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (2) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (3) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (4) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (5) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (6) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (7) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 2 TCH (full rate) ( ) is PDTCH available, allocated to pcu channelType (pDTCH)
                  on timeslot 3 TCH (full rate) ( ) is PDTCH available, allocated to pcu channelType (pDTCH)
                  on timeslot 4 TCH (full rate) ( ) is PDTCH available, allocated to pcu channelType (pDTCH)
                  on timeslot 5 TCH (full rate) ( ) is PDTCH available, allocated to pcu channelType (pDTCH)
                  on timeslot 6 TCH (full rate) ( ) is PDTCH available, allocated to pcu channelType (pDTCH)
```

**tdma1**：以圖例 timeslot 1 規劃為 SDCCH 用，timeslot 0, 2~7 則規劃作為 TCH 話務通道用。

```
channel state      on timeslot 0 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (0) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (1) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (2) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (3) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (4) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (5) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (6) is free channelType (sDCCH)
                  on timeslot 1 SDCCH/8 (7) is busy channelType (sDCCH)
                  on timeslot 2 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 3 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 4 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 5 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 6 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 7 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
```

**tdma2**：以圖例 timeslot 0~7 全規劃為 TCH 話務通道用。

```
channel state      on timeslot 0 TCH (full rate) ( ) is free channelType (tCHFull)
                  on timeslot 1 TCH (full rate) ( ) is free channelType (tCHFull)
                  on timeslot 2 TCH (full rate) ( ) is free channelType (tCHFull)
                  on timeslot 3 TCH (full rate) ( ) is free channelType (tCHFull)
                  on timeslot 4 TCH (full rate) ( ) is free channelType (tCHFull)
                  on timeslot 5 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
                  on timeslot 6 TCH (full rate) ( ) is free channelType (tCHFull)
                  on timeslot 7 TCH (full rate) ( ) is busy channelType (tCHFull)
```

由上述解說可瞭解 tdma0 的正常運作及控管是最重要的，其關係著此 CELL 所有 TRX 的呼叫控制，所以其使用優先權最高。而此 CELL 總共可提供 20 人同時使用(包括通話及上網)，16 個人同時要求呼叫建立需求。

### 3.6 RSV 路測

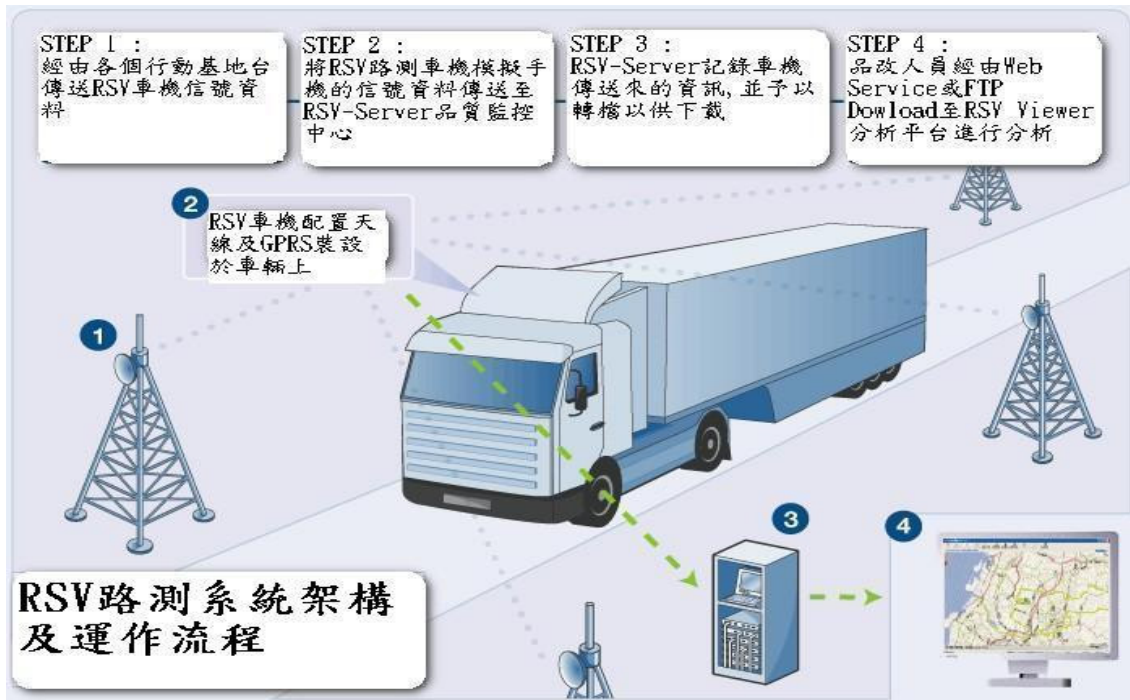
頻道規劃、參數設定、交換機鏈路建置、基地台實際運作，一系列的規劃建置著重於技術與經驗，行動通訊系統實際運作後其績效如何，不能待客戶問題反應才進行查測修改，畢竟高品質服務是通訊業者的生存要件。主動了解實施通訊品質以及基地台增減後的通訊品質變化，方能改善系統服務績效，而路測的目的就在補足網路規劃與現場實況落差之不足。

利用查測工具收集路測資訊、現場即時監控調整、Replay 現場實況。利用分析工具以進行路測資訊後級分析判斷，包括判斷涵蓋不良，品質不良，交遞不良區域。配合地圖介面軟體(例如:Mapinfo)將訊號狀況圖像化，更有利整體了解



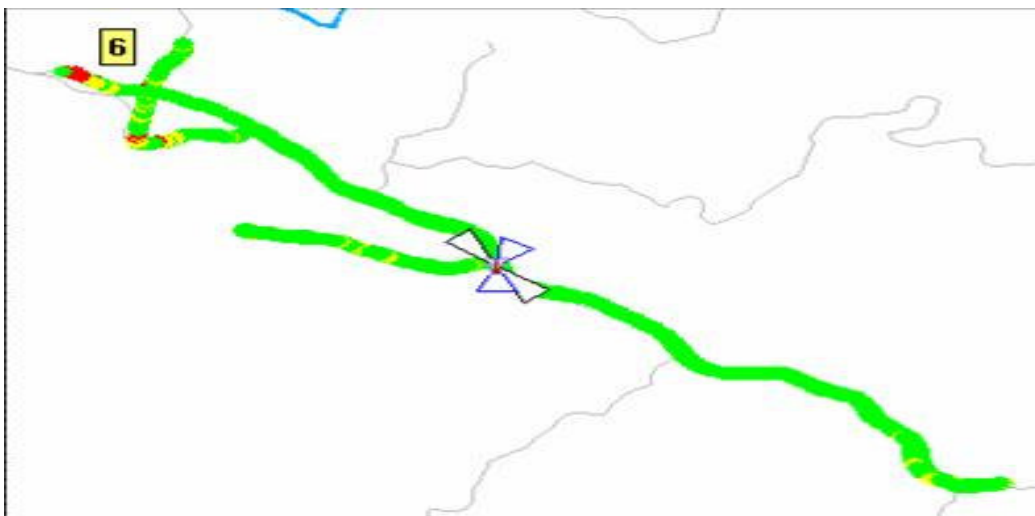
及強化使用者介面。

RSV 路測系統架構及運作流程，如下圖所示：



由 RSV Viewer 分析平台(配合地圖介面軟體)可看出基地台所在地理位置、Cell 的方向、信號強度(包括 Rxlevel、RxQual、Cell-Coverage)、鄰胞資料及其本身相關資料等，藉由顏色顯示收訊強度程度，方便操作人員易於瞭解收訊狀況，以評估調整品改參數。

RSV Viewer 分析平台展示圖況，如下圖所示：



#### 4. 結論

隨著行動通訊的普及化，單純的語音通訊已不能滿足人們的需求，取而代之的是大量資料、圖形與影像傳輸的快速增加。因此第三代寬頻行動通訊系統隨之出現，對於發射機的線性度要求很高。此外，為了考慮增加行動通訊系統的容量，未來亦必須架設更密集的通訊網，由於傳統功率放大器的成本極高，因此基地台建置的趨勢必定是往小型、低成本、高線性度與高效率方向發展。

行動通訊業者在競爭激烈的市場中，除了面對彼此同業的競爭以及 NCC 法律規定外，還要處理民眾對電磁波疑慮所採取的抗爭行動。在這樣環境下，業者如何維持良好的通訊品質，實有賴於基地台施工建置完善及品改技術層面的提升。因此工程人員需瞭解該地區 RF 環境，配合品改知識來建置基地台，以期最少基地台數能滿足通訊服務品質要求，既可節省企業支出又有高品質的通訊服務。期望這篇文章能對從事行動通信技術研究者提供些基地台(BTS)及通訊品質優化的技術，畢竟優質的通訊品質有賴工程技術人員的細心、技術及經驗。

參考文獻：

交通部電信總局全球資訊網----<http://www.dgt.gov.tw/flash/index.shtml>

中華電信----<http://www.cht.com.tw/>

台灣大哥大----<http://www.twngsm.com.tw/>

遠傳電信----<http://www.fetnet.net>

潤泰 GPRS 追蹤軟體

----<http://kitty.rimtai.com/chtr/Products/Store/itempageb.asp?ItemID=3343&PTH=2>

NOKIA----<http://www.nokia.com/>

ERICSSON----<http://www.ericsson.com/tw/>

NORTEL----<http://www.nortel.com/>