



RRPA87052159 (9{.P)

交通部電信總局委託研究計畫期末報告

計畫名稱：數位電視頻譜規畫之研究

計畫期限：自民國 86 年 12 月 1 日起

至民國 87 年 5 月 31 日止

出版機構：交通部電信總局

受委託機構：國立交通大學

計畫主持人：杭學鳴

協同主持人：唐震寰、虞孝成、陳錕山

中華民國八十七年五月二十五日

摘要

數位廣播電視 (DTV) 較傳統類比廣播電視具有多項優點；更可與電腦結合達到多媒體效果，故近來先進國家皆致力於拓展數位廣播電視技術。美國 FCC 從 1987 年即開始制訂先進電視(ATV)的標準，於 1997 年四月三日公佈其數位電視廣播政策及 DTV 頻道支配表，而英國在 1996 年也已規範其數位電視頻道的使用。

本研究之目的在於進行台灣地區數位地面電視頻道分析與指配方案。以現有電視台發射站位置為規畫數位電視發射站之基礎，探討 DTV 頻率指配及發射功率之方案，並進行同頻、鄰頻、類比、數位電波干擾分析，場強分析，最後建議我國數位電視頻道指配方案。

本研究以美國 ATSC DTV 標準做為我們規劃頻道的模式，並參考美國推廣 DTV 的政策，包括 FCC 第五號及第六號報告與命令。綜合美國推行數位電視策略並考量我國現況，建議我國數位電視頻道指配與使用原則，以及具體的頻道指配方案。

本研究以台灣地區電子地圖為基礎，配合模擬電波傳輸的軟體模式來預估數位電視的電波涵蓋區域，並分析同、鄰頻干擾問題。結論為：數位電視發射功率低於現有 NTSC 功率 7dB 時，能夠達到相當於現有 NTSC 的電波涵蓋。全台六個主要發射站運用兩個 6MHz 頻道，即可避免同鄰頻干擾。依照上述分析結論，我們建議台灣全區的一組數位電視頻道應包含兩個 6MHz 頻道，並提出頻道指配的建議方案。

在未有其他可用頻道之前提下，我們研擬以下方案。

- (一) 由六個可用頻道組成三組數位頻道，用評選方式，自有意願之現有業者選出三家(組)優先經營數位頻道。
- (二) 自教育台與公視各抽出一個頻道，組成第四組數位頻道，仍自有意願之現有業者中選取四家(組)經營。
- (三) 第四組頻道來自教育台，第五組頻道來自公視，則可有五組數位頻道。

如果任何兩家電視台可共用一組數位頻道，則所有現有電視台均可有數

位頻道，否則仍先選取五家經營數位電視。

上述三個方案各有優劣。第一案完全不影響現有 NTSC 播送，但數位頻道較少。第三案得協調公視與教育台，但可能滿足所有數位頻道需求。第二案則介於這兩者之間。

未來類比電視頻道收回之後，應視當時科技之發展與市場之需要，決定最符合公眾利益之頻道運用方式。美國只針對目前已經收回之 60~69 頻道，支配部份頻道作為緊急醫療救護之用，其他頻道之運用亦尚未決定，未來將回收之類比電視頻道作何用途，亦留待未來繼續開放討論。

目錄

摘要

第一章	美、歐、日數位電視概述	1
第二章	美國數位電視系統概述	5
第三章	美國 FCC 第五號報告及命令概要	11
第四章	美國 FCC 第六號報告及命令概要	20
第五章	電波有效涵蓋面積之預估	26
第六章	數位電視頻道指配與使用原則	59
第七章	數位頻道指配之研擬	62
第八章	結論	67
附錄一	數位電視頻譜規畫座談會 邀請函及所附資料	
附錄二	數位電視頻譜規畫座談會會議紀錄	

第一章 美、歐、日數位電視概述

到目前為止，世界上的數位地面電視系統大概有三個規格：(1) 美國 ATSC (Advanced Television System Committee) 的 DTV (Digital Television) [1]；(2) 歐洲 DVB (Digital Video Broadcasting) 的 DTTV (Digital Terrestrial Television) 或稱為 DVB-T [2]；以及(3) 日本的 DTTV，為歐洲規格的修改版[3]。由於本計畫的主要目的在頻道規畫，因此，我們在此僅對與頻道有關的標準規格作簡單的描述，各規格的細節請參考原標準文獻[1,2,3]。

1.1 美國的數位電視

美國數位電視發展起始於高畫質電視 (HDTV, High Definition Television)。由於日本在 1984 年左右首先完成世界上第一個 HDTV 標準，MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding)，並將其推銷到世界其他地區，美國與歐洲遂各自成立組織，發展本身的 HDTV 標準。1987 年美國聯邦通訊總署(FCC, Federal Communications Commission) 設置 Advisory Committee on Advanced Television Service (ACATS)，負責研議高等電視事務。次年成立測試中心，Advanced Television Test Center (ATTC)。仿照過去類比電視選取標準的傳統，FCC 公開徵求 ATV (Advanced Television) 的系統規格，經由測試中心評量後再產生美國國家標準。

美國規格計畫書的提出大概分兩個階段。第一個階段(約至 1989 年為止)，多家公司提出許多個 ATV 候選規格，有些規格的畫質是介於現有類比電視與高畫質電視之間。這些候選規格受到 MUSE 的影響，多是混合類比與數位兩種信號處理方式。在 1990 年 General Instrument (GI) 首先提出了全數位 (all-digital) HDTV 規格，開啓了第二階段的競爭。原先的候選規格計畫紛紛撤回或大幅更動，最後剩下四個全數位系統與日本 MUSE 的修改版，Narrow-MUSE，在 1991 年到 1992 年間進行測試。測試結論首先肯定了全數位系統的優越性而排除了 Narrow-MUSE。其次，四家全數位系統各有優劣，無法選出十項全能的優勝者，因此 FCC 鼓勵四家系統各取所長結合成一個更佳系統。這樣一來，所有相關

廠商也都成了贏家，皆大歡喜，此即為大聯盟 (Grand Alliance) 系統。再經兩、三年的整合、實體製作與測試，終於在 1995 年 9 月完成 ATV 規格書[1,4]。次年 FCC 接受此系統。並在 1997 年完成美國數位電視地面頻道的規畫。關於此一冗長歷史過程，除了直接閱讀 FCC 的文件外，亦可參考 [5,6,7]。

截至目前為止，美國數位地面電視系統及服務規畫是世界上所有系統中最完備的。一開始 FCC 選取系統時即揭櫫評選主要標的為：ATV 的品質應遠較現有電視為佳，而其服務區域不遜於現有電視。換而言之，頻道規畫的概念已在考量之中。因之，在累次測試報告之中都有系統涵蓋區域分析。而 Narrow-MUSE 被剔除的主因即為其涵蓋區域遠較其他系統為低。除了系統本身的評估外，FCC 也很早就提出頻道規畫原則的構想，並公開徵求外界的建議與批評。有些原則也確因系統的改進與大眾的反應而予以調整。頻道規畫結果在 1997 年 4 月完成 [8,9]。

相較之下，歐洲數位地面電視規格完成的較晚，而各國在頻道規畫的進度也較遲。最近，英國才有較具體的頻道使用政策。日本的地面規格仍未定稿，也未多著墨於頻道規畫。因此，從頻道規畫的觀點，美國的方式最為具體，我們在這一計畫中也主要參考美國的規畫方式。

1.2 歐洲的數位電視

和美國類似，在日本大力推銷其 MUSE 時，歐盟開始研擬他們的 HDTV。由於歐洲現有類比電視 (PAL, SCAN) 與美、日有相當大的不同，因此歐盟以 Eureka 95 計畫自 1986 年到 1992 年發展歐洲 HDTV 標準，稱為 HD-MAC。MAC (Multiplexed Analog Components) 原來是歐洲研議中衛星直播電視標準。HD-MAC 的最大特色之一為其訊號很容易轉換為普通電視畫面，因此只要播放一個訊號便可供 HDTV 與普通電視共同使用。當然，為達到這樣的目的，在兩者 (HDTV 與 TV) 畫質上均有些損失。

HD-MAC 雖然使用了相當多的數位信號處理技術，但其傳輸訊號仍是類比形式，因此整體效能不如全數位系統。所以在美國積極進行全數位標準後，歐盟也放棄了 HD-MAC，在 1993 年改以 DVB 名義發展全數位電視標準。這一階段

歐洲以數位普通電視(而非 HDTV)為起點,先在 1994 年制訂衛星與有線的 DVB 標準,而後在 1996 年完成地面電視標準,並在 1997 年將 HDTV 規格加入 DVB 中。

目前所有數位電視標準中影像壓縮編碼部分都同樣採用 ISO MPEG-2 標準。即使影像大小略有不同,每秒張數有差異,通常不影響彼此互通。聲訊壓縮編碼,歐洲採 MPEG 而美國採 Dolby AC-3。兩者不同,但重作聲訊壓縮編碼代價不高。兩個系統最大差異在調變傳輸部分。美國用 VSB (Vestigial-Sideband Modulation),歐洲用 COFDM (Coded Orthogonal Frequency Multiplexing)。兩者具有相當不同的傳輸特性。在正常使用下(非移動接收機,白噪音,典型延遲的多通道鬼影等),兩者的傳輸表現未有太大差異。但 COFDM 在高速移動接收上較佳,而 VSB 的峰值與平均功率比 (peak-to-average power) 較小,對發射功率放大器的線性要求較低。

COFDM 傳輸的另一可能優點是單頻網路 (single frequency network)。亦即,兩個相鄰的發射站在適當同步狀況下可以使用同一頻道,放送同一節目。然而若要在廣大地區如全台灣使用單頻網路,則同步發射困難增加許多。因此日本 NEC 公司川本博先生在 1998 年 2 月 10 日台北的「數位廣播工程技術研討會」上,認為即使採用 COFDM 系統,全台的同一節目仍以兩個頻道較為可行。

1.3 日本的數位電視

日本的 HDTV 起步最早,自 1991 年即開始經由衛星實地傳送 MUSE 節目,市面上也已銷售 MUSE 電視機。然而 MUSE 技術的整體表現不如全數位式系統,而且全數位訊號易與電腦多媒體配合,在世界其他地區走向全數位電視後, MUSE 系統便面臨被取代的命運。但也因原有的 MUSE 系統關係,日本公開進行數位電視標準是晚近的事,是三大地區(美、歐、日)中最遲的一個。

在類比電視上,美、日同為 NTSC 系統,頻道寬為 6 MHz。歐洲頻道寬為 8 MHz。因此在頻道使用上,這兩大系統非常不同。但是日本的數位電視擬採 COFDM 系統,因此加以更動,使原來 DVB 的 8 MHz COFDM 能夠嵌入日本的 6 MHz 頻道中。所以日本的 COFDM 系統雖然和 DVB 系統類似,但參數及某些

細節上不同。為審慎起見，日本成立數位電視制訂單位，集合多家公司，發開出雛型機，加以測試。目前（1998年初）正進行第二階段測試，預計在1999年完成最後標準。

1.4 我們規畫頻道所使用的規格

由於不同規格數位電視具有不同的傳輸特性，我們得先選定電視規格才能依之規畫頻道。依前所述，目前較成熟的標準是美國 ATSC 的 DTV 與歐盟的 DVB-T。但是 DVB-T 測試數據是用 8 MHz 系統所產生的，而我國經過數次公聽會，已決定繼續維持目前 6 MHz 頻道。因此在目前規畫中，我們先以美規 6 MHz 的 DTV 為準繩。日後如有較完整的 6 MHz COFDM 系統數據，可以考慮將我們的分析方式應用到 COFDM 系統。

第二章 美國數位電視系統概述

爲便於以後章節的討論，我們將美國 ATSC 數位電視標準及與頻道分配有關的測試做一簡要敘述。又原 ATSC 標準分普通速率（地面廣播）及高速率（有線通道）兩類參數，我們偏重普通速率部份。

2.1 ATSC 的 DTV 標準

美國 ATSC 的 DTV 標準主要文獻爲 Doc.A/53[1]。其中聲訊部份是採用 Dolby AC3，其細節在 Doc.A/52。視訊壓縮及位元流多工格式是採用 MPEG2，因此在 A/53 中並未詳加細述。（這些標準的扼要敘述可參考 Doc.A/54[4]。）A/53 的正文部份十分簡略，只是背景、使用符號的描述。主要標準是在五個附錄中：(A) 視訊（video），(B) 聲訊（audio），(C) 傳輸層（transport），包括位元流多工等，(D) 調變與射頻（RF）系統和 (E) 接收機（Receiver）。其中 (E) 項僅作參考用，並非標準的規約部份。

在 A/53 的視訊部份（Annex A），主要是規定影像的大小規格，並說明其採用 MPEG2 的 Main Profile 及 High level。但是 MPEG2 中某些參數範圍頗寬鬆，A/53 中只選用了一小部份數值。另一方面，A/53 額外規定了一些原 MPEG2 未規範的 user data。例如 ATSC 視訊位元流的 identifier 等。A/53 可容許的影像大小大概分三類，每類中又可能有幾種不同的畫框（frame）或畫場（field）數，詳見表 2.1。

A/53 的聲訊部份（Annex B）主要規定聲訊取樣的規格，以其附屬於聲訊信號的附帶服務資訊，如給盲人的額外聲訊頻道。A/53 的取樣頻率是 48KHz。壓縮後的主要聲訊位元流總數應少於或等於 384Kbps。單聲道的位元流應少於或等於 128Kbps；而雙聲道的位元流應少於或等於 192Kbps。

A/53 的傳輸部份（Annex C）主要界定 MPEG 2 系統中的參數值。MPEG 2 的系統參數範圍較寬，有些項目並未細加規定。A/53 通常選取少數幾個合適的參數值，並額外增加一些細節。因爲這些內容較瑣碎，我們不在此描述。

vertical_size_value	horizontal_size_value	aspect_ratio_information	frame_rate_code	progressive_sequence
1080 ¹	1920	1,3	1,2,4,5	1
			4,5	0
720	1280	1,3	1,2,4,5,7,8	1
480	704	2,3	1,2,4,5,7,8	1
			4,5	0
	640	1,2	1,2,4,5,7,8	1
			4,5	0
Legend for MPEG-2 coded values in Table 3				
aspect_ratio_information 1 = square samples 2 = 4:3 display aspect ratio 3 = 16:9 display aspect ratio				
frame_rate_code 1 = 23.976 Hz 2 = 24 Hz 4 = 29.97 Hz 5 = 30 Hz 7 = 59.94 Hz 8 = 60 Hz				
progressive_sequence 0 = interlaced scan 1 = progressive scan				

表 2-1 ATSC DTV 的畫面規格 (A/23, p.24)

A/53 的接收機部份 (Annex E) 只供參考用，十分簡略。這一部份在 A/54 中有較詳細的描述。由於符合標準的接收機仍有相當多彈性，各製造廠商可以各自發展自己獨特的性能，因此，我們不擬在這裡討論其架構。在下節中，我們將摘述傳輸 / 接收訊號的特性。

2.2 ATSC DTV 的調變與射頻訊號

與頻道使用關係最密切的應屬調變與射頻訊號，這也是 A/53 文獻中最詳盡且具體的部份。扼要的說，ATSC 是用 VSB 的調變方式，其系統圖如圖 2-1 所示。

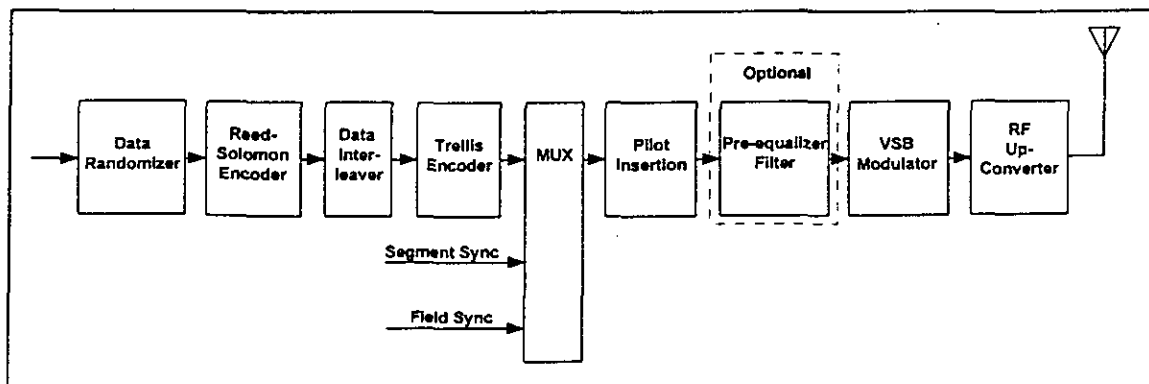


圖 2-1 VSB 傳輸系統簡圖 (a/53, p.48)

¹ Note that 1088 lines are actually coded in order to satisfy the MPEG-2 requirement that the coded vertical size be a multiple of 16 (progressive scan) or 32 (interlaced scan).

從功能觀點，傳送端大概分下面幾部份：(1) 錯誤控制碼 (error control codes)，(2) 同步訊號 (synchronization)，(3) 調變 (modulation)，及(4) 射頻轉換 (RF conversion)。

上述每一部份又可細分成幾個單位，例如錯誤控制碼部份分成三個主要單元：Reed-Solomon code，data interleaver 及 trellis code。由於地面空氣頻道具很強的雜訊，因此我們得用好幾層的保護碼來保護數據。這些編碼參數可參考表 2-2。大概說，發射出去的位元訊號中，超過 1/3 數量是保護影音資訊而額外加入的。最後 VSB 調變所產生的頻譜大概形狀如圖 2-2。

Reed-Solomon code	(207,187), t=10, (excluding sync byte)
Interleaving	I=52, M=4, (208 bytes) conv. interleaver
Trellis code	2/3 rate (8 VSB-only)
Modulation	8-VSB (terrestrial); 16-VSB (high rate)
Channel bandwidth	6 MHz
Symbol rate	10.76 symbols/s
User data	19.28 Mbits/s (8-VSB); 38.57 Mbits/s (16-VSB)
Pulse shaping	Raised cosine; roll-off=0.115
Features	Pilot (0.31 MHz); Comb filter

表 2-2 ATV 傳輸系統參數

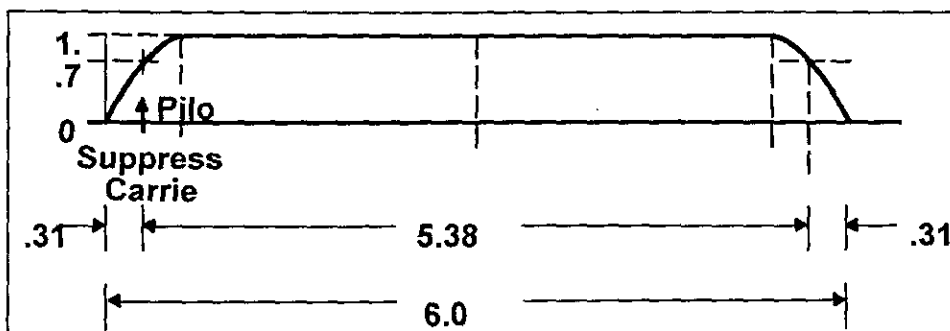


圖 2-2 ATSC 發射頻譜規格 (A/53, p.49)

2.3 頻道規畫的訊號特性

在 Doc.A/54 文獻中列出接收機設計及頻道規畫時所使用訊號的特性。第一個特性是當位元訊號錯誤率在某數值以上時，影、音訊號完全錯亂，無法解出。此一數值稱為 TOV (Threshold of Visibility)。其值約為 14.9 dB SNR。SNR 與 SER (segment error rate) 的圖可參考圖 2-3。

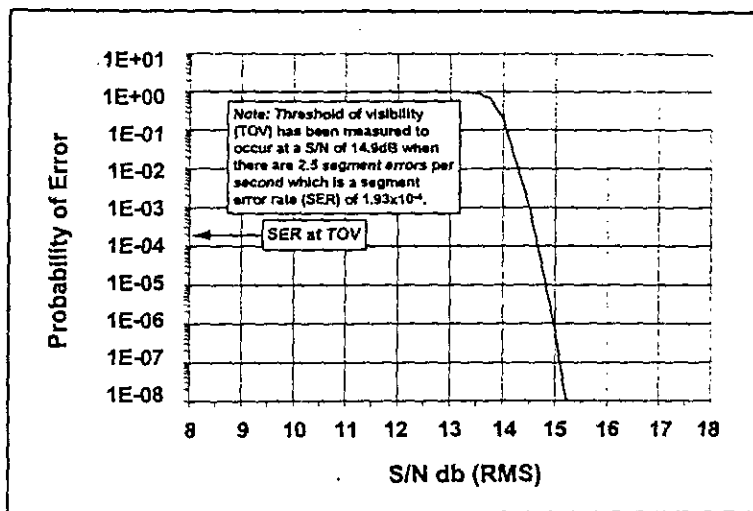


圖 2-3 ATSC 訊號 SER 特性圖 (A/54, p.94)

另外兩項重要的相關規格是接收機的訊號特性，這也是頻道規畫時同鄰頻干擾參數的基礎。這些數據如表 2-3 所示。依據實測數據，在頻道規畫時，我們得避免傳統電視與數位電視彼此間各種形式的干擾。

1. 同頻道干擾 (Co-Channel Interference)

在 NTSC 電視的時代，為避免鄰近甲、乙兩地的電視訊號互相干擾，因此甲地與乙地電視台使用不同的頻道。如今因為可以使用的頻道（特別是 VHF）均已佔滿，ATV 必須使用原先為避開干擾而空閒的頻道（稱之為 taboo 頻道）。如此則甲地的 ATV 將與乙地的 NTSC 訊號互相干擾，此一現象在甲、乙地的等距中分地帶最為明顯。

2. 鄰頻道干擾 (Adjacent Channel Interference)

左右兩鄰近頻道間的訊號在接受端也會互相干擾。一個簡單的避免上面

兩種干擾的安排，是在同一地區（如甲地）的電台不使用相鄰的頻道，而只使用間隔頻道，如一、三、五、七，而相鄰的乙地只取用二、四、六、八等頻道。如此可避免干擾，但因此甲地的二、四、六、八頻道就閒置不用。這是目前傳統電視頻道的使用方式，但因頻道缺乏，在數位電視時很難用閒置頻道區隔有用頻道。ATSC DTV 經實際量測所得到產生干擾的參數質，請參考表 2-4。

Planning factors	Low VHF	High VHF	UHF
Antenna impedance (ohms)	75	75	75
Bandwidth (MHz)	6	6	6
Thermal noise (dBm)	-106.2	-106.2	-106.2
Noise figure: (dB)	10	10	10
Frequency (MHz)	69	194	615
Antenna factor (dBm/dBμ)	-111.7	-120.7	-130.7
Line loss (dB)	1	2	4
Antenna gain (dB)	4	6	10
Antenna F/B ratio (dB)	10	12	14

表 2-3 規畫中所設定的接收機參數 (A/54, p.99)

Co-channel ATV-into-NTSC	33.8 dB
Co-channel NTSC-into-ATV	2.07 dB
Co-channel ATV-into-ATV	15.91 dB
Upper-adjacent ATV-into-NTSC	-16.17 dB
Upper-adjacent NTSC-into-ATV	-47.05 dB
Upper-adjacent ATV-into-ATV	-42.86 dB
Lower-adjacent ATV-into-NTSC	-17.95 dB
Lower-adjacent NTSC-into-ATV	-48.09 dB
Lower-adjacent ATV-into-ATV	-42.16 dB

表 2-4 ATSC DTV 的干擾參數值 (A/54, p.100)

2.4 FCC 頻道規劃參數值

歷經實驗室測試及實地（field）測試後，FCC 採用表 2-5 與表 2-6 的干擾參數值作為 F (50,90) 時頻道規劃用的數據 ([9], P.E-28 及 P.E-33)。這也是本報告分析電波涵蓋與干擾所用的數據。表 2-6 中 D/U 為 Desired 信號功率與 Undesired 信號功率的比值。

大概地說，DTV 是用較先進的技術，所以 DTV 的抗干擾能力較 Analog TV 為優。相對的，Analog TV 比較容易被 DTV 所干擾。幸而 DTV 的放送功率遠較 Analog TV 為低，所以 Analog TV 在實際使用時，被 DTV 干擾的情況並不嚴重。

Channel 2-6	Channel 7-13	Channel 14-69
28dBu	36dBu	41dBu

表 2-5 FCC 所用 DTV 接收電波場強 ([9], P.E-28)

Ratio(dB)	D/U
Co-channel	
DTV-into-analog TV	+34
Analog TV-into-DTV	+2
DTV-into-DTV	+15
First Adjacent Channel	
Lower DTV-into-analog TV	-17
Upper DTV-into-analog TDV	-12
Lower analog TV-into-DTV	-48
Upper analog TV-into-DTV	-49
Lower DTV-into-DTV	-42
Upper DTV-into-DTV	-43
Other Adjacent Channel (Channels 24-69 only)	
DTV-into-analog TV, where N = analog TV channel and DTV Channel:	
N-2	-24
N+2	-28
N-3	-30
N+3	-34
N-4	-34
N+4	-25
N-7	-35
N+7	-34
N-8	-32
N+8	-43
N+14	-33
N+15	-31

表 2-6 FCC 所用同、鄰干擾數值 ([9], P.E-33)

第三章 美國 FCC 第五號報告及命令概要

美國聯邦通訊委員會（FCC）在 1997 年 4 月 21 日正式出版了第五號報告及命令，這是針對美國先進電視系統（ATV）的政策，以及 ATV 系統對於目前 NTSC 電視、及目前電視廣播業者的影響分析報告。

3.1 制訂數位電視政策的指導原則

FCC 提到在制訂有關於數位電視標準的時候，應遵循的幾個指導原則：

- 第一： 確保所有涉及的業者，對於推廣數位電視都能充滿信心，因此能夠達到順利推廣數位電視的目標。
- 第二： 確保在數位的時代，消費者能夠有能力購買新的數位電視接收設備，以及獲得數位電視的服務。
- 第三： FCC 制訂數位電視標準時，要能夠確保不至於會影響未來科技的創新和進步，以及不可以防礙到正常的競爭。
- 第四： 要確保所制訂的規則不至於過度。也就是不要制訂不必要的法規，造成不良的影響。

在這些原則之下，決定了一些具體的推廣事項：

- 第一： 要求所有的數位電視台廣播一個免費的、普及的、數位節目頻道。
- 第二： 應有秩序地、迅速地從類比推廣到數位電視科技，使民眾能夠享受到數位科技的福祇。
- 第三： 對於寶貴的無線電頻道資源，要能夠以最有效率的方式來提供數位電視服務，也希望儘早收回類比頻道，連續在一起的頻道比較有用，能夠發揮較大的功效。
- 第四： 確保數位頻道能夠服務全國老百姓、照顧到全國老百姓的福祉。

基於這些理由，FCC 的職責是要促使數位電視能夠在一個良性競爭的環境，提供消費者更多的選擇、更好的服務、更廉的價格，但是

也要確保提供數位電視的廣播業者能夠經得起與其他數位媒體的競爭而能夠存活下來。因此 FCC 就要儘量給予數位電視台在運用數位頻道時的靈活性，一方面增加他們生存競爭的能力，另一方面也鼓勵電視台儘量發揮革新的創意，以便提供最適合消費者需要的新服務及新功能。FCC 也決定自 1997 年確定這個標準開始，到 2006 年把目前所有的 NTSC 頻道回收。並且同意每兩年檢討目前所制訂的數位電視規範。

3.2 關於數位電視的頻寬

FCC 同意指派給每一個地面廣播電視台一個額外的頻道作為數位電視廣播之用，這個頻道的頻寬已經確定是 6 兆赫。指派 6 兆赫來作為數位電視的頻道是獲得設備製造商及電視經營業者的共識，一致認為 6 兆赫足以提供高畫質電視，與目前 NTSC 設備的架構相似，以及與目前電視頻道指配的架構相同。

3.3 關於數位電視頻道指配的對象

首先只考慮給予目前的電視廣播業者一個額外的數位電視頻道，並不考慮提供頻道讓其他非電視台申請或競標，這一點是經過國會在 1996 年的電信法中所明確指示的。

3.4 關於運用數位電視頻道提供服務的規定

為了使數位電視台能夠經得起與其他數位頻道的競爭，以及能夠提供最有創意的新服務，所以應該給予數位電視台最大的彈性。可以由數位電視提供的服務，包括：高畫質電視、或同時播出四、五個壓縮過後的數位電視、或是 CD 品質的聲音廣播、或是大量的資訊。譬如：一份報紙只需 2 秒鐘的時間就可以經由數位電視頻道傳播給民眾，也可以廣播體育運動比賽的資訊、電腦的軟體、甚至電話號碼簿、或是股市資訊、或是教育節目。

3.5 關於輔助型服務

目前法令即允許電視台利用類比電視頻道來提供輔助型的服務，譬如利用水

平掃描的間隔時間來傳播簡單的資訊，叫做 Ancillary And Supplementary Services。在數位電視開播之後，能夠用來提供數據服務的容量非常寬闊。目前 FCC 法規定義這些輔助性的服務為：除了指定必須廣播的一個免費節目頻道外，其他的都可以歸納為輔助型的服務。關於輔助性服務有一項很重要的規定，就是如果電視台提供輔助型服務是向使用者收費的，那麼 FCC 也可以要求電視台支付使用這些頻道資源的額外費用。基於這個規定，電視台在考慮要提供那些收費的輔助性服務時，除了必須考慮其他法案對於提供服務之規定，例如「電信法」對於提供第一類電信服務的特許規定，也必須考慮政府會要求怎麼樣的相對的付費的規定。

3.6 國家給予電視台免費的 6 兆赫頻道是不是要求電視台必須廣播一定時數的 HDTV 節目？

FCC 對於 HDTV 的立場明確表現在數位頻道的標準制訂方面，力求制訂的數位電視標準能夠擴充延伸包含 HDTV，但是並不要求電視台必須廣播一定時數的 HDTV。讓地面廣播電視台有比較大的彈性，能夠選擇最有利的方式來運用數位頻道，讓 HDTV 變成一個市場上自然形成、自然競爭的服務。這個法規符合電信法要求促進競爭、儘量減少法令的限制、促成較高品質的服務、以及儘量減少消費者負擔的精神，也就是不希望法規制訂了太多不必要的規定或限制，造成老百姓必須付出較高的成本負擔。

3.7 關於符合民眾福祉的義務

地面廣播電視台免費獲得國家給予的頻道資源，應該要利用這個資源去提供符合人民福祉的服務，提供給人民生活上方便，以及滿足人民生活的基本需求。在這個原則之下的實例包括：地面廣播電視台必須在公職人員選舉的時候，提供給候選人發表政見的管道，以及必須公平對待每一位候選人；電視台也應該在每週的廣播中播出至少 3 小時兒童教育方面的節目。

3.8 關於同步廣播 (Simulcast)

在數位電視開播初期，FCC 的法規並不要求數位頻道中廣播的節目必須和目前類比頻道中廣播的節目內容相同，直到數位電視廣播開播的第六年之後，要求

50%類比頻道節目必須要能在數位頻道中廣播，到了第七年 75%類比的節目要在數位頻道中廣播，到了第八年就要求 100%類比頻道的節目要在數位頻道內廣播。

3.9 關於數位電視執照的發法

FCC 採取雙執照政策，就是每一個 NTSC 的電視台都可以獲得一個額外的 6 兆赫頻道，以及經營數位電視的執照。申請經營數位電視台分為三個申請的階段：第一個階段是頻道申請階段，提出符合申請數位電視頻道的條件：就是目前即為地面廣播電視台的業者、或是已經獲得許可的業者。第二個階段申請建設許可 (Construction Permit)：為了減少電視台的負擔，FCC 在審核 DTV 建設許可申請時，不要求如同一般電視台申請時要繳交的全套法律及財務等報告，只要求說明是否符合在 Sixth Report and Order 中規定的發射站位置、有效發射功率 (Effective Radiated Power, ERP)、以及天線高度。另外，申請時亦需考慮天線塔台的高度不違反 FAA 對於飛航安全的規定，以及對於環境的影響，諸如無線電波輻射強度等。在 DTV 建設初期，不要求 DTV 涵蓋範圍與類比電視涵蓋範圍相似，但是在往後每兩年的檢討時，可能會加強此方面之要求。第三個階段就是在建設階段完成前申請試播的許可。

3.10 關於開播時程的規定

過去 FCC 曾規訂六年為開播的期限，但是由於 DTV 接收機製造廠商和電視廣播公司的配合，此期限已往前調整。對於全美國 1200 個商業電視台而言，其中 40 個在主要都會區的電視台必須於 1999 年 5 月以前開播，另外 80 個電視台必須於 1999 年 11 月 1 日以前開播，其餘的商業電視台可等到 2002 年 5 月 1 日以前才開播。非商業電視台可等到 2003 年 5 月開播。

3.11 收回 NTSC 頻道

FCC 曾規定在數位電視標準制訂之後的 15 年，將類比的 NTSC 頻道收回。屆時不論是不是申請了數位頻道，所有的類比頻道都將收回。此 15 年收回類比頻道的規定已提前，類比頻道將在公元 2006 年回收。制訂一個回收類比頻道的明確時程目標，目的是希望電視台或消費者都能儘快地轉進至數位電視的時代。

3.12 對於非商業電台的規定

FCC 承認非商業電台及非營利的教育電台向民眾提供服務的重要性，也了解到非商業電台轉換至數位電視的困難，所以特別爲了非商業電台訂出來一些輔助辦法。其中之一就是給商業電台 6 年建設數位電台的准許期間。至於其他的輔助辦法，將會在每 2 年的審查期間予以考慮。美國公共電視台是少數已經開始利用數位衛星來傳送數位節目至各地的電視台，所以雖然是非商業電台，還是有可能儘早開播數位電視。

3.13 有線電視「必須轉播」(must carry) 的責任

有線電視系統是否必須轉播地面廣播電視的數位節目?以及他們是不是有權轉播地面電視台的節目?美國 Turner 傳播公司曾經到最高法院去控告 FCC，關於制訂有線電視必須轉播地面廣播節目的規定。這是個非常有名的訴訟案子，結果美國最高法院支持 FCC 的決定，認爲要求有線電視「必須轉播」地面廣播電視的節目內容，是符合憲法精神關於政府職權的發揮，因爲這樣子可以幫助資訊廣泛地傳播給消費者，使得消費者可以從許多管道得到資訊是一個政府應該爲人民做的事情。這個最高法院的判例決定了有線電視系統「必須轉播」地面廣播電視的節目。雖然這個判決沒有提到在數位電視的情況下應該如何處理，不過一般相信數位電視所提供免費的頻道節目，有線電視系統仍舊必須予以轉播；但是在數位電視頻道內那些非免費的廣播內容，有線電視系統就沒有義務去轉播給有線電視的客戶。

3.14 關於全頻道數位電視接收機的議題

FCC 曾經制訂過一個法案，要求所有在市面上銷售的的數位電視接收機必須能夠接收所有 FCC 指派給數位電視的頻道，這種接收機被稱爲「全頻道數位接收機」。這個立法的用意就是要求廠商製造出來的數位電視機可以在美國任何地方接收任何一個數位電視頻道。這裡並沒有涵意指示電視機廠商必須要製造能夠同時接收數位電視跟類比電視的接收機，也就是所謂的「雙功能電視接收機」(可以接收 DTV 以及 NTSC 的接收機)。FCC 相信可能有些接收機製造商會製造雙功能接收機，但是法令上並不限制或排除製造商生產純粹只接收 DTV 的接收機。FCC

認為應該要給予製造商選擇如何設計他們產品的靈活性和自由度。由於 FCC 沒有規定影像的格式，在這一方面也留由電視台以及製造商去設想最能夠讓消費者歡迎的設計，以及最能夠經得起市場競爭考驗的設計。

3.15 關於是不是在收回 NTSC 頻道之後禁止市面上銷售 NTSC 接收機或 NTSC 顯示器的議題

FCC 認為即使在天空中不廣播 NTSC 格式的類比電視訊號，到那時候仍舊可能會有非常多的錄放影機、有線電視解碼盒、雷射碟影機、或其他影像設備是採用 NTSC 的格式，所以 FCC 不贊成禁止銷售 NTSC 的顯示設備，這樣子將剝奪那些擁有 NTSC 影像設備消費者的權益。

3.16 關於數位電視廣播發射站位置的選擇

DTV 發射站的位置應該考慮發射的功率以及天線的高度，使得在主要的接收區域能夠得到基本的影像品質要求。在頻道 2~6 最基本的訊號強度至少要求 28dBu，在頻道 7~13 要求 36dBu，在頻道 14~69 要求 41dBu。對於發射天線的位置，要求沒有顯著的障礙物阻擋天線廣播無線電訊號給主要的接收區域。由於 DTV 訊號在傳輸路徑上受到地形、地物的干擾反射，以及受到其他發射站的干擾，實際接收的涵蓋區域會跟由電腦模擬出來的有所差異。

3.17 關於小實體 (Small Entities) 的涵意

在數位電視的法規中提到一個名詞，叫做小實體 (Small Entities)。小組織指的可能是一個小的組織，小的企業 (Small Business)，或是小的政府管轄範圍，以下定義小企業 (Small Business) 的要件：

第一：它是獨立擁有、獨立經營，也就是不與其他企業有關連、或是所有權是由其他企業所擁有、或是其他企業的關係企業。

第二：在其經營的領域不是處於壟斷的地位。

第三：要符合小企業管理處 (Small Business Administration) 所定義小企業應符合的條件。依據小企業管理處的定義：在廣播電視的領域，一個小企業的年收

入不超過 US\$10.5M，如果超過 US\$10.5M 就不能算是小的廣播企業。為了解有多少符合小企業標準的電視台，FCC 利用 1992 年的普查資料：1992 年美國共有 1509 個電視台，這個數字每年變化不大，到了 1997 年 2 月美國有 1551 個電視台。在 1992 年的 1509 個電視台中有 1155 個電視台的年收入在 US\$10.5M 之下，也就是 77% 的電視台都符合於小企業電視台的規定，美國電視台由少數族裔所擁有的不超過 3%。美國在 1997 年有 4977 個電視轉播站以及 1952 個低功率電視台（LPTV），這些電視轉播站和 LPTV 低功率電視台都可歸類於小企業，也都有需要轉換至數位電視，所以都受到新的電視法規所影響。未來他們將如何轉換到數位電視是一個需要繼續探討的議題。

3.18 小結

美國的數位電視法規，可以總結成以下這些法案：

第一：每一個 DTV 頻道佔用 6 兆赫頻寬

第二：初期可以申請 DTV 頻道的資格，限定為目前類比電視台經營者

第三：每一個獲得 DTV 頻道的經營者必須提供一個免費的數位電視節目

第四：允許電視台提供附加服務，以便能夠滿足消費者對於數位電視需求的彈性

第五：給予電視台是否廣播高畫質電視的彈性

第六：在 2003 年 4 月 1 日前並不限定電視台廣播數位電視的內容與類比電視的內容相同，也就是沒有強制必須同步廣播

第七：每一個電視台都可以獲得一雙頻道作為類比電視和數位電視的廣播之用

第八：FCC 給予非商業電視台特別通融，准許他們在 2003 年才建置 DTV 的廣播設備

第九：給予電視接收機製造商彈性讓他們決定要生產那一種影像格式的數位電視接收機，這是由於數位電視廣播電台要廣播那一種影像格式的數位電視訊

號，是由其自行決定，所以廣播電台跟電視接收機製造商必須要能夠通力合作

第十：延遲對於電視機製造商產品標籤的法規限制

第十一：在未來結束 NTSC 廣播的時候，並不禁止銷售 NTSC 接收設備

3.19 DTV 電波涵蓋以及天線位置之計算

(A) 發射位置

- (1) 在選擇DTV的發射位置時，必須考慮它的有效發射功率以及天線離平均地表的高度。要求在主要的接收地區可以達到至少F(50,90)的電波強度，其量度的單位是dB，當發射功率為1uV/m時。在不同的發射頻道，其最低要求標準如下：

Chan 2 - 6	Chan 7 - 13	Chan 14 - 69
28dBu	36dBu	41dBu

- (2) 選擇發射天線位置時，必須注意在其通往主要接收地區的路徑中，不可有顯著地形或地物居中阻隔。
- (3) 實際DTV的電波涵蓋區會與估計的涵蓋區有所差異。這是由於估計電波涵蓋區時是利用平均地形資料，然而實際DTV的涵蓋範圍是會受到傳播路徑中地形地物的影響。其次，由於DTV電波傳播會受到其他頻道電波的干擾，因此實際DTV的涵蓋範圍會比估計的範圍小些。這是在比較估計涵蓋範圍與實際涵蓋範圍時應有的認識。

(B) 決定涵蓋範圍

- (1) 在決定DTV電波強度的涵蓋範圍時，可利用F(50,50)及F(50,10)的電場強度圖。當利用這些電場強度圖來估計F(50,90)的涵蓋範圍圖時，應採用以下的步驟：

1. 將各方向的有效發射功率之強度單位由千瓦(Kilowatts)轉換為以1kW為基準的dBk單位。將這個dBk值減掉目標的電場強度值(Contour Value)dBu。當發射功率小於1kW時，此相減差會大於目標電場強度值，這是因為dBk值是負數。
2. 找到某一DTV發射頻道的F(50,50)電場強度圖，此圖的水平座標軸代表的是在某一天線的傳輸方向上，該天線高度減掉其路徑中的平均地形高度。在此圖的垂直座標軸上找到以上計算出來的功率相減差。沿著此發射功率值畫一條水平線往右，沿著此水平座標軸上的天線高度值畫一條垂直線往上，此兩線將相交於圖中的一點。
3. 找出此點正好落於那一條電波涵蓋邊緣線上，此處以D1來代表此電波涵蓋邊緣線距發射天線之距離。如果沒有正好落於某一條線上，則用內差法取其上下兩條電波涵蓋邊緣線之平均值。
4. 找出該DTV發射頻道的F(50,10)電場強度圖。在此圖之水平座標軸上找到此DTV發射天線相較於其地形之高度值，沿此值畫一條直線向上。此線會與代表D1距離之電波涵蓋邊緣線相交。在此相交點畫一條橫線往左，與此圖之垂直座標軸相交處即為一個發射功率相差值dB。
5. 將此相差值加上此DTV發射天線之有效發射功率dBk，獲得一dBu值。
6. 將F(50,50)電波涵蓋邊緣線之dBu值減掉F(50,10)電波涵蓋邊緣線之dBu值。再將此值減掉F(50,50)電波涵蓋邊緣線之dBu值，即得出F(50,90)電波涵蓋邊緣線之dBu值。

第四章 美國FCC第六號報告及命令概要

4.1 引言

FCC第六號命令及報告的主要目的是在選定DTV數位電視無線電使用的頻段，指配 DTV 頻道給各電視台，並且致力於有效率的頻率使用。規劃的指配結果能夠讓所有目前 NTSC 電視台獲得一個新的 DTV 頻道，而且此 DTV 頻道的涵蓋範圍均能夠非常接近其目前 NTSC 的涵蓋範圍，FCC 針對 DTV 頻道的指配方式造成頻道 60 到 69 可以回收，並能夠造成在未來類比頻道收回時能夠額外再回收 78MHz 的頻寬，加起來總共可以回收 138MHz 的頻道。

4.2 背景

FCC 自從 1992 年在第二號命令制定通告時就已經開始考慮 DTV 頻道指配的問題，到了 1996 年，第六號命令制定通告徵訊各界對其初步規劃的意見，共收到 450 份反映意見，其中包括來自於正式的廣播電視台、低功率電視台(LPTV)、電視轉播站台、消費大眾、通訊業者、設備製造商、以及公共安全委員等單位，經過這些反覆討論衡量取捨反映意見的之後，FCC 終於在 1997 年 4 月 21 日公佈第六號命令，確定美國關於數位電視頻道指配的結果。

4.3 DTV 頻道指配原則

4.3.1 指配對象 (Full Accommodation)

DTV 數位頻道將指配給目前所有的電視廣播電台。

4.3.2 DTV服務範圍 (DTV Service Area)

DTV 頻道指配的原則，是以能夠提供給目前每一個電視台相同於其 NTSC 涵蓋範圍的 DTV 涵蓋範圍為指配的目的，在考慮指配給目前電視台 DTV 頻道時，亦必須指定每一個電台的最大允許發射功率(Effective Radiated Power, ERP)，以及距離地表的最高天線高度，都必須要整體考量且明確指定，在不會造成干擾其他電台的情況之下，FCC 也同意並鼓勵新的數位電視台儘量擴張其 DTV 涵蓋範圍。為了確保任何未來的 DTV 電視台都能夠在市場競爭，FCC 也規定每一個 DTV 電視

台的最小發射功率應高於 50kW，最大的發射功率不可以超過 100kW

4.3.3 DTV的頻段 (Spectrum for DTV)

DTV 頻段的指配基本原則包括兩項：第一，新指配的 DTV 頻段應俱有頻率使用的效率。第二，未來回收類比頻道能夠做最佳的運用。FCC 將頻道 2 至 51 用來指配給 DTV，某些少數特殊情況也有可能暫時用到 51 頻道之外，未來等到 2 至 51 頻道中有空的時候再交換回來。在 FCC 這種指配的原則之下，目前 99%的 NTSC 服務範圍都不會受到新指配的 DTV 的影響，93%的 DTV 頻道指配能夠達到超過其目前 95%的 NTSC 服務範圍，FCC 的這種頻道指配方式並能夠造成約 100 個新的頻道。

FCC 曾經期望將 Channel 7 至 51 作為指配給 DTV 的核心頻段，但是不確定在 VHF 頻段的 Channel 2 至 6 是否適合作為 DTV 廣播之用，因為 Channel 2 至 6 容易受到附近的干擾，包括電力線的干擾，汽車引擎發動的干擾，以及 FM 廣播的干擾，但是 VHF Channel 2 至 6 卻也有非常好的電波傳輸特性，還需留待未來證實 Channel 2 至 6 是否適合作為 DTV 廣播之用。如果 Channel 2 至 6 證實適合作為 DTV 廣播之用，則 FCC 建議將 DTV 的核心頻道由 7 至 51 往下移為 2 至 46。

4.3.4 DTV 頻道指配的優先考慮原則 (Allotment Preference)

要指配給每一個目前的 NTSC 電視台一個額外的 DTV 頻道，如此難免對既有 NTSC 電視台或未來 DTV 電視台產生干擾。FCC 採取的考慮原則是儘量減少對所有目前 NTSC 電視台及未來 DTV 電視台的干擾，並沒有要去優先照顧現有的 NTSC 電視台或未來的 DTV 電視台。這樣做的理由一方面是不希望由於引進數位電視而造成今日消費者觀賞 NTSC 電視服務品質降低；另一方面也不希望未來的數位電視受到過度的干擾而影響數位電視的品質。FCC 針對 DTV 的頻道指配將維持目前 98.8%NTSC 涵蓋範圍品質，也就是維持目前 98.6%的收視人口不至於遭受到品質降低。

4.3.5 指配各 DTV 頻道的原則 (Assignment Methodology)

指配給各電視台一個額外的 DTV 頻道可以有兩種指配原則，第一，先申請先指配。第二，以全國電視台集體的利益為考量，也就是希望每一個目前的 NTSC

電視台均能夠獲得不少於既有涵蓋範圍的新的 DTV 涵蓋範圍，最後 FCC 採取整體規劃原則

4.3.6 其他考量(Additional Considerations)

在繁華的區域所有能指派的頻道都可能會用完，然而在某些鄉下的地區指配給目前 NTSC 電視台 DTV 頻道之後，還有 DTV 頻道剩餘，在 DTV 頻道有剩餘的地區 FCC 歡迎正式電視台以外的業者，包括 LPTV 或 TV 轉播站來申請使用。

4.4 與 DTV 頻道指配相關的議題

4.4.1 使用既有的發射站 (Use of Existing Transmitter Sites)

FCC 在規劃 DTV 頻道指配時，假設未來 DTV 的發射站址即是今日 NTSC 的發射站位置，但是也允許未來 DTV 發射站址與今日 NTSC 發射站址不同的情況發生。FCC 同意未來 DTV 發射站位置可以與今日 NTSC 發射站不同，只要不會影響目前規劃的干擾範圍，或者在原規劃位置半徑 3 英里範圍之內設 DTV 發射站，皆可以接受

4.4.2 對於目前空閒 NTSC 頻道的處置方式(Existing Vacant Allotments, New NTSC Applications and Station Modifications)

FCC 建議不再指配任何空閒的頻道作為 NTSC 之運用，其理由包括：

1. 這些頻道可以更有效率地被用來指配給數位頻道，以及有利早日轉換為數位廣播。

4.4.3 有關於低功率電視以及電視站 (Low Power and TV Translator Stations)

為了照顧到 Low Power TV，FCC 執行以下幾項措施：

1. 如果目前 LPTV 頻道受到新指配 DTV 頻道的干擾，允許 LPTV 電視台申請轉換頻道，目前有些電視台需要不到 100 個轉播站台，然而也有許多電視台需要超過 100 個轉播站台，FCC 為了協助 LPTV 避免 DTV 頻道的干擾，同意 LPTV 使用目前指配給 DTV 核心頻段以外的頻道。並且 FCC 也徵求業界的意見，是否 LPTV 遷移的費用應由造成影響的 DTV 電視台來負擔。

4.4.4 指配頻道3, 4和6的問題(Use of TV Channels 3, 4 and 6)

在儘可能的狀況之下 FCC 不指配頻道 3, 4 和 6 作為數位電視頻道之用，由於頻道 3 和 4 經常被用為錄放影機輸出訊號的頻道，因此頻道 3 和 4 的 DTV 訊號將造成干擾；FCC 儘量也不願指配頻道 6 作為數位頻道之用，由於頻道 6 會和 FM 廣播產生干擾。FCC 儘量不在某一個地區同時指配頻道 3 和頻道 4，這樣 FCC 如果要指配頻道 3，則當地的錄放影機即可用頻道 4 作為其輸出訊號頻道，如果 FCC 指配頻道 4，則當地的錄放影機即可用頻道 3 作為其輸出訊號頻道

4.4.5 與地面行動通訊共用頻道的情況(Land Mobile Sharing)

電視頻道 14 至 20 (470MHz ~ 512MHz)在 13 個地區確有和地面行動通訊共用。在這種情況之下 DTV 頻道的指配亦必須考慮當地行動通訊的頻道使用狀況：要求如果同頻必須間隔 250 公里以外，如果是鄰頻則必須間隔 176 公里以外，以避免數位電視與地面行動通訊之間的干擾。

4.4.6 指配DTV新頻道號碼(DTV Frequency Labeling Plan)

由於 DTV 頻道是由目前 NTSC 頻道 7 至 51 作為核心頻段，是否要指定新的頻道號碼給 DTV 頻道？到目前為止並未發現有此必要。

4.4.7 國際上DTV頻道指配的協調(International Coordination)

美國已與其鄰接的加拿大與墨西哥進行 DTV 頻道指配的協調，已經獲得該兩國的同意，相信不至於造成美國 DTV 頻道指配的重大影響。

4.4.8 頻率指配的協調與協商(Negotiations and Frequency Coordinators)

由於目前 DTV 頻道指配是 FCC 經由電腦模擬進行統一規劃，在實際執行時有所改變亦在所難免，所以 FCC 鼓勵業者自由進行協商，以使 DTV 頻道指配能夠更符合業者的需求。在進行更改協商時，應該包括所有受到影響的其它電視台，FCC 在審核這些頻道更改的申請時也以此為決定同意與否的考量依據。

4.5 支配分法與方式 (Allotment Methodology & Approach)

FCC 第六號報告是以 ATSC DTV 系統的傳輸特性來決定頻道的指配方式，並且

利用電波傳輸模型(Lonely-Rice Point-to-Point Propagation Model)去分析數位電視的涵蓋面積以及干擾特性做爲指配數位電視的衡量因素之一。這個模型要模擬出數位電視與 NTSC 電視同頻干擾以及鄰頻干擾的狀況，過去認爲在 UHF 頻帶指配數位電視頻道應該不至於造成對 NTSC 頻道的干擾，但是更詳細的分析建議數位電視有可能會對在 VHF 頻道的 NTSC 頻道造成干擾，諸如頻道 2,3,4,5,7,8,14 以及 15 頻道，這叫做 UHF TABOO 限制

4.5.1 接收機抗拒干擾需要(Receiver Noise Figures)

對於在 VHF 頻段的 DTV 頻道要求需達到降低 10dB 的干擾目標，對於在 UHF 頻段的 DTV 頻道要求能達到降低 7dB 的干擾目標。DTV 指配的另一個原則是希望每個電台新的 DTV 涵蓋範圍能夠與其目前 NTSC Grade B 的涵蓋範圍相似，雖然可能無法做到百分之百完全相似，但是這已經是 FCC 利用電腦傳輸模型所能夠做的最好的規畫。

4.5.2 輻射功率限制(Emissions Mask)

任何一個 DTV 電視台的發射器，在其指定頻道以外頻率的發射功率受到以下的限制：a. 在緊鄰其 6MHz 頻道之外，其發射功率至少需低於其平均正常發射功率 46dB；b. 在其指定發射頻道以外 6MHz 處，其發射功率至少需低於其平均發射功率 71dB 以下；c. 在其指定發射頻道邊緣至 6MHz 以外之間的發射功率受到以下的限制，發射功率應 $\text{dB} = 35 + [(\Delta f / 1.44)]$ ， $\Delta f =$ 發射頻率與指定發射頻道頻率上限之差。避免數位 DTV 頻道對其低鄰頻 NTSC 頻道造成鄰頻干擾，FCC 要求 DTV 頻道之同步訊號應放在距其低鄰頻 NTSC 頻道之影像載波頻道之上 5.082138MHz。一個電視接收機對於排斥不應接收訊號的能力是可由一個參數所決定，就是由希望接收訊號的強度與不希望接收訊號的強度兩者之比(Desired Signal / Undesired Signal Ratio)在關於 NTSC 的規定，FCC 爲了確保 D/U 比例，曾經規定兩同頻發射站必須保持的距離，以及兩鄰頻發射站必須保持的距離，要達到 D/U 比例的要求亦可從限制發射站的發射功率、限制發射天線的高度、以及發射機間之距離來達到。

4.5.3 發射機設備認證 (Equipment Authorization Requirement)

由於 DTV 的發射機可能產生其指定頻道以外混附訊號的發射，所以 DTV 的發射機未來將必須受到設備認證的管制。

第五章 電波有效涵蓋面積之預估

5.1 前言

本章將依據中國電視台北部、中部、南部、台東、花蓮、宜蘭等發射台地址、天線高度、場型及發射功率等資訊，利用已發展之電波傳播模式（二維射線傳輸矩陣法及 two-ray 模式），和台灣全島電子數位地形高度資料，並參考我國無線電視廣播電台保護比技術規範及美國 FCC 數位電視技術規範，進行類比及數位電視信號有效涵蓋範圍之模擬與比較。並利用 try-and-errors 的方法來決定數位電視台的有效輻射功率值，使數位電視信號與現有類比電視信號之有效涵蓋面積相近。在該有效輻射功率值下，我們將研擬數位電視頻道之指配並進行同、鄰頻干擾之分析。希望經由如此的指配方式，可提供給現有四家電視台：台視、中視、華視及民視各兩個 6 MHz 頻道，做全區數位電視廣播，達到與現有類比電視信號相同或類似之有效涵蓋面積之目的。

5.2 節簡介台灣地區電子地圖。5.3 節將介紹所使用之電波傳播模式。5.4 節電波有效涵蓋範圍預估軟體之介紹。5.5 節描述數位與類比電視信號有效涵蓋面積之預估結果。5.6 節進行數位電視頻道之指配與同、鄰頻干擾之分析，鄰頻干擾之分析將包括第一鄰頻及其他鄰頻兩種情形。

5.2 台灣地區電子地圖

台灣地區的數位高程資料來源包括農林航測所採航空照片技術所產生，以每 40m×40m 為一點之資料，以及由不同比例尺之地形圖等高線數化。目前由中央大學太空及遙測研究中心接受行政院農委會委託保管並依國防部「台灣區數值地形模型資料使用要點」供應國內各機關團體使用。台灣區數值地形模型資料唯一結構化之網格式資料。圖號與 5000 分之一相片基本圖相同。其記錄方式採二度分帶座標系統，分為 X,Y,Z 三個資料欄位，分別記錄平面位置及高程座標。使用者可利用地理資訊系統處理座標轉換的應用模組，以設定主、次座標系統，在圖檔中得知經緯度或 EN 值。檔案格式為 ASCII 型式，不過亦可轉換成

Binary 型式一減少資料量。在圖幅鑲合方面,可利用一般 GIS 軟體進行。

5.3 傳播模式

該模式基本上由接收端與發射端所決定之 first Fresnel zone 是否為地形阻檔而可分為自由空間、two-ray 及射線傳輸矩陣法等模式。在視線內傳播時 (line-of-sight propagation), 接收端與發射端之距離夠遠或之間的地形平坦, 如 first Fresnel zone 不接觸地面, 使用第一種模式, 如它與地面接觸或深入地下就使用第二種模式。在非視線內傳播時(Non Line-of-sight), 也就是直接波受到地形如丘陵、台地或高山的阻擋, 就須使用第三種模式來預估。在我們完成的軟體中, 會就傳播實況選擇適當之模式, 進行電場強度之計算。現描述第二及第三種傳播模式。

5.3.1 Two-Ray Model

如發射端與接收端之間的地形平坦且部份之 first Fresnel zone 與地面接觸, 同時發射天線到接收天線之直接路徑(line-of-sight)未被阻擋時, 此時接收電場可視為直接路徑與地面反射電場之總和, 這就是所謂的two-ray model。

假設發射天線及接收天線各方向增益皆相等, 則相對於距離發射端一公尺處之傳播路徑損失, 可以下式表示:

$$L=20\log_{10}|E_{LOS} + E_R| \text{ dB}$$
$$E_{LOS} = \frac{e^{-jkR_d}}{R_d} \quad ; \quad E_R = \Gamma \frac{e^{-jk(R_1+R_2)}}{R_1 + R_2} \quad (5-1)$$

E_{LOS} 為直接路徑之場強值, E_R 為地面反射之場強值。 R_d 為發射端到接收端之直線路徑長, R_1 為發射端到反射點之直線路徑長, R_2 為反射點到接收端之直線路徑長。 Γ 為地面反射係數。

5.3.2 射線傳輸矩陣法(ray-transmission-matrix method, 簡稱RTM)

當發射端與接收端間之first Fresnel zone受不規則起伏地形阻擋時，吾人所使用之電波傳播模式考慮發射端-接收端垂直切面上二維地形之繞射現象。在此二維地形上所有的山都以一片一片的楔形體(wedge)取代，然後以"統一繞射理論"(UTD)求出這些楔形體所造成的繞射場。在計算電磁場時，並假設楔形體為"完全導體"(PEC)。在本計畫中吾人將同時考慮二維繞射以計算場強。有關二維繞射的計算採用"射線傳輸矩陣"的方法，同時考慮多次、多路徑的繞射場。

吾人首先建構等效地形模型，以配合傳播模式理論之使用。建構等效地形模型可分為兩個主要步驟：第一步驟為判斷主要礙山(Main Obstacle, MO)：首先假設發射端為第一個主要礙山，接收端為最後一個礙山。這兩個主要礙山中其他主要礙山判斷方法為從發射端往接收端方向搜尋，找到阻擋發射端至接收端line-of-sight而且必須是最高的山，此山即為第三個MO。

主要礙山搜尋結束，接下來便是搜尋介於2個MO之間的礙山，稱為次要礙山(Secondary Obstacle, SO)，首先會對垂直地形剖面圖進行篩選，每間隔約40公尺判斷一次，看被判斷的位置是否為局部尖點，所謂局部尖點即代表被判斷點比前後兩點地形高度大上10公尺。接下來對所有之局部尖點進行判斷是否為次要礙山。如果介於兩個相鄰之主要礙山之局部尖點到這兩主要礙山之直接路徑，均不被其他山或局部尖點阻擋，則該尖點就判定為次要礙山。

經過以上篩選後之山皆為有具體貢獻之礙山，並用楔形體來模擬這些有貢獻的礙山。最後可得到一個由多個楔形體組成的等效地形模型。

在計算二維多重繞射效應時，一個實際起伏地形中的礙山已假設為楔形體。在建立射線傳輸矩陣時，這些礙山被分成兩類：主要礙山(main obstacle, MO)和次要礙山(secondary obstacle, SO)。

等效地形剖面中第n個區段中由 MO_{n-1} 至 MO_n 的所有主要的傳播射線如圖5-1所示。該二維射線傳播模型中假設所有次要礙山與次要礙山之間的直線繞射射線的貢獻可以忽略，只考慮主要礙山對主要礙山、主要礙山對次要礙山或次要礙山對主要礙山的繞射射線的貢獻。

經由 MO_{n-1} 到 MO_n 的入射波 E_n^M 是由沿路徑'和路徑3'的射線總合：

$$E_n^M = E_{n-1}^M T_{n-2,n-1,n}^{MMM} + \sum_{j'=1}^{j_{tot}'} E_{n-1,j'}^S T_{j',n-1,n}^{SMM} \quad (5-2)$$

而經由 $SO_{j'}$ 到 MO_n 的入射波 $E_{n,j}^S$ 是由沿路徑2'和路徑4'的射線的總合:

$$E_{n,j}^M = E_{n-1}^M T_{n-2,n-1,n}^{MMS} T_{n-1,j,n}^{MSM} + \sum_{j'=1}^{j_{tot}'} E_{n-1,j'}^S T_{j',n-1,j}^{SMS} T_{n-1,j,n}^{MSM} \quad (5-3)$$

這些傳輸係數(transmission coefficient) $T_{\alpha\beta\gamma}^{XYZ}$ 包含繞射、反射和路徑損失。

上標X, Y, Z表示礙山的型態, "M"代表主要礙山, "S"代表次要礙山。下標 α, β, γ 代表區段中第幾個礙山。

然後將第n個主要礙山 MO_n 的入射波 E_n^M 和 $E_{n,j}^S$ 組合成一個入射波向量

\bar{E}_n , 即可得到一個含有射線傳輸矩陣(RTM)的公式:

$$\bar{E}_n = [RTM_n] \cdot \bar{E}_{n-1} \quad (5-4)$$

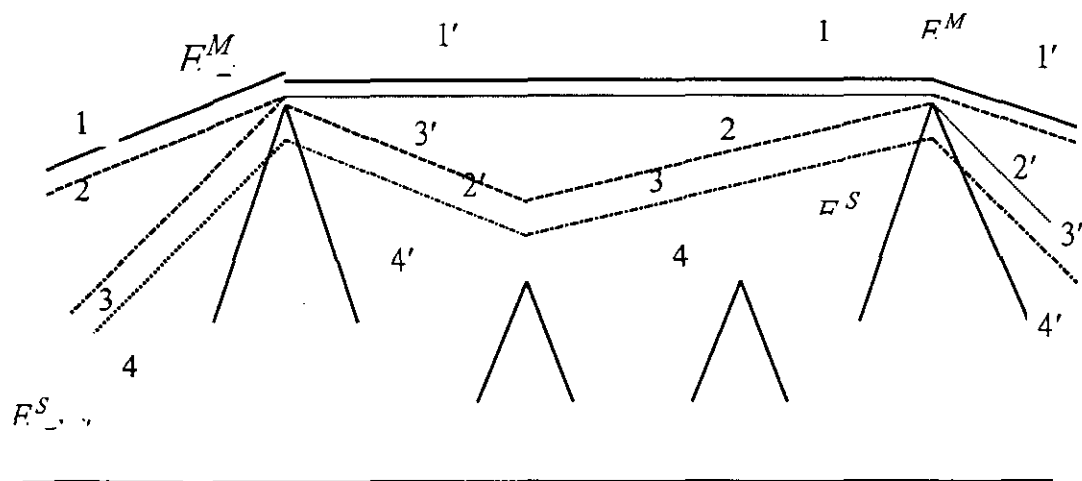
$$\begin{bmatrix} E_n^M \\ E_{n,1}^S \\ \vdots \\ E_{n,j_{tot}}^S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{n-2,n-1,n}^{MMM} & T_{1,n-1,n}^{SMM} & \dots & T_{j_{tot},n-1,n}^{SMM} \\ T_{n-2,n-1,1}^{MMS} \cdot T_{n-1,1,n}^{MSM} & T_{1,n-1,1}^{SMS} \cdot T_{n-1,1,n}^{MSM} & \dots & T_{j_{tot},n-1,1}^{SMS} \cdot T_{n-1,1,n}^{MSM} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{n-2,n-1,j_{tot}}^{MMS} \cdot T_{n-1,j_{tot},n}^{MSM} & T_{1,n-1,j_{tot}}^{SMS} \cdot T_{n-1,j_{tot},n}^{MSM} & \dots & T_{j_{tot},n-1,j_{tot}}^{SMS} \cdot T_{n-1,j_{tot},n}^{MSM} \end{bmatrix} \quad (5-5)$$

射線傳輸矩陣將主要礙山 MO_{n-1} 的" $j_{tot}' + 1$ "個入射射線和主要礙山的" $j_{tot}' + 1$ "個入射射線電場結合在一起, 其中索引符號 j' 標示主要礙山 MO_{n-1} 和 MO_{n-2} 之間的次要礙山 $SO_{j'}$ 。

最後, 將地形剖面N個區段中分別的單一射線傳輸矩陣 RTM_i (指第i個區段) 乘起來, 便可得到二維射線傳播模型預測的傳播電場 \bar{E}_R :

$$\bar{E}_R = [RTM_n][RTM_{n-1}] \cdots [RTM_1] \cdot \bar{E}_T \quad (5-6)$$

為評估吾人所建立之傳播模式預估之準確性, 於是進行理論預估值與實際量測值之相互比較驗證, 其結果總體平均誤差為-0.3dB, 標準差為8.4 dB。



obstacles	E_{n-1}	SO_j	SO_{j+1}	MO_n
Profile				
sections	$n-1$		n	$n+1$

Incident	Diffraction	Line Type	Path Description		
1 _i	→	1' ———	MO_{n-1} →	MO_n	
2	→	2' - - -	MO_{n-1} →	SO_j →	MO_n
3	→	3' ·····	$SO_{j'}$ →	MO_{n-1} →	MO_n
4	→	4' - - -	$SO_{j'}$ →	MO_{n-1} →	SO_j

圖5-1 第n個區段中的傳播射線

5.4 軟體介紹

本軟體架構可由圖 5-2 表示，由資料庫模組(Digital Map、Base Station Information)、圖形化使用者界面模組(GUI)、計算模組(Propagation Model & Interference Estimator)、輸出/儲存模組等四個模組共同組合而成。其中資料庫模組包含台灣本島數位地形高度資料及發射站台有關電波涵蓋資訊，將在 5.4.1 節介紹。5.4.2 節介紹圖形化使用者界面模組，該模組將整合及連接其它

各模組，使軟體發揮整體功能。5.4.3 節介紹計算模組，主要包含第二章所介紹的電波傳播模式模擬軟體。5.4.4 節介紹輸出/儲存模組，以將螢幕所顯示的電波有效涵蓋圖、地形圖或干擾分析結果，直接輸出或存檔。

5.4.1 資料庫模組

資料庫模組包含台灣本島數位地形高度資料及發射站台有關電波涵蓋資訊。其中 5.4.1.1 節將介紹數位地形高度資料內容，其檔案結構是以二位元方式儲存，以節省硬碟空間，加快存取速度。5.4.1.2 節介紹發射站台有關電波涵蓋資訊內容。

5.4.1.1 數位地形高度資料

數位地形高度資料，其座標系統為二度分帶橫梅式座標投影系統，其座標之原點為赤道和中央子午線之交點，中央子午線為東經 121° 為 Y 軸，赤道為 X 軸，中央子午線之尺度比率因數 $K_0=0.9999$ 。

數位電子地形圖區塊之劃出

橫梅式直角座標原點 (0,0)。以原點為基準，沿 X 軸及 Y 軸每 4 公里作一分割，即每一區塊的大小為長寬同為 4 公里的正方形區塊。區塊之編號【i, j】；由原點沿 X 軸算起第 i 個，由原點沿 Y 軸算起第 j 個來加以編號。每一區塊所涵蓋之數位地形圖資料皆儲存在每一對應之 ASCII 檔中。相鄰資料點的間距皆為 40 米，而每一檔案所涵蓋範圍是 (4 km × 4 km)；所以包含資料點數是(101 × 101) 個資料點。區塊【i, j】中的資料 $Z_{K,L}$ 所對應的座標 (x,y,z) 為：

$$x = (I-1) \times 4000 + (K-1) \times 40 \quad (\text{公尺})$$

$$y = (j-1) \times 4000 + (L-1) \times 40 \quad (\text{公尺})$$

$$z = Z_{K,L} / 10 \quad (\text{公尺})$$

5.4.1.2 發射站台電波涵蓋資訊

發射站台有關電波涵蓋資訊主要儲存電台經緯度位置、發射功率、天線場形、頻率與頻寬等檔案資料，這些資料可經由圖形化使用界面讀取顯示與計算場強、同頻與鄰頻干擾。

5.4.2 圖形化使用者界面模組

本模組主要連接資料庫模組、計算模組及輸出/儲存模組，藉由功能選單將所需要的參數輸入後，即可計算傳播路徑損失，並將結果顯示於螢光幕上，同時可以做同頻及鄰頻干擾的預估。

5.4.3 計算模組

本模組包含傳播模式與干擾評估。傳播模式是採用第二章介紹二維射線傳輸矩陣法及 Two-ray 模式。干擾評估則在電台涵蓋區域內，依據接收干擾電台場強，計算同頻或鄰頻干擾是否符合系統要求。本模組主要接收圖形化使用者界面模組所提供參數，並與資料庫模組結合，經過計算後將結果顯示於螢幕上。

5.4.4 輸出/儲存模組

本模組主要接受計算模組的計算結果，然後將此結果以顏色、圖形顯示於螢幕上。使用者可以將螢幕顯示結果儲存或複製，然後使用其他應用軟體處理後列印出來。

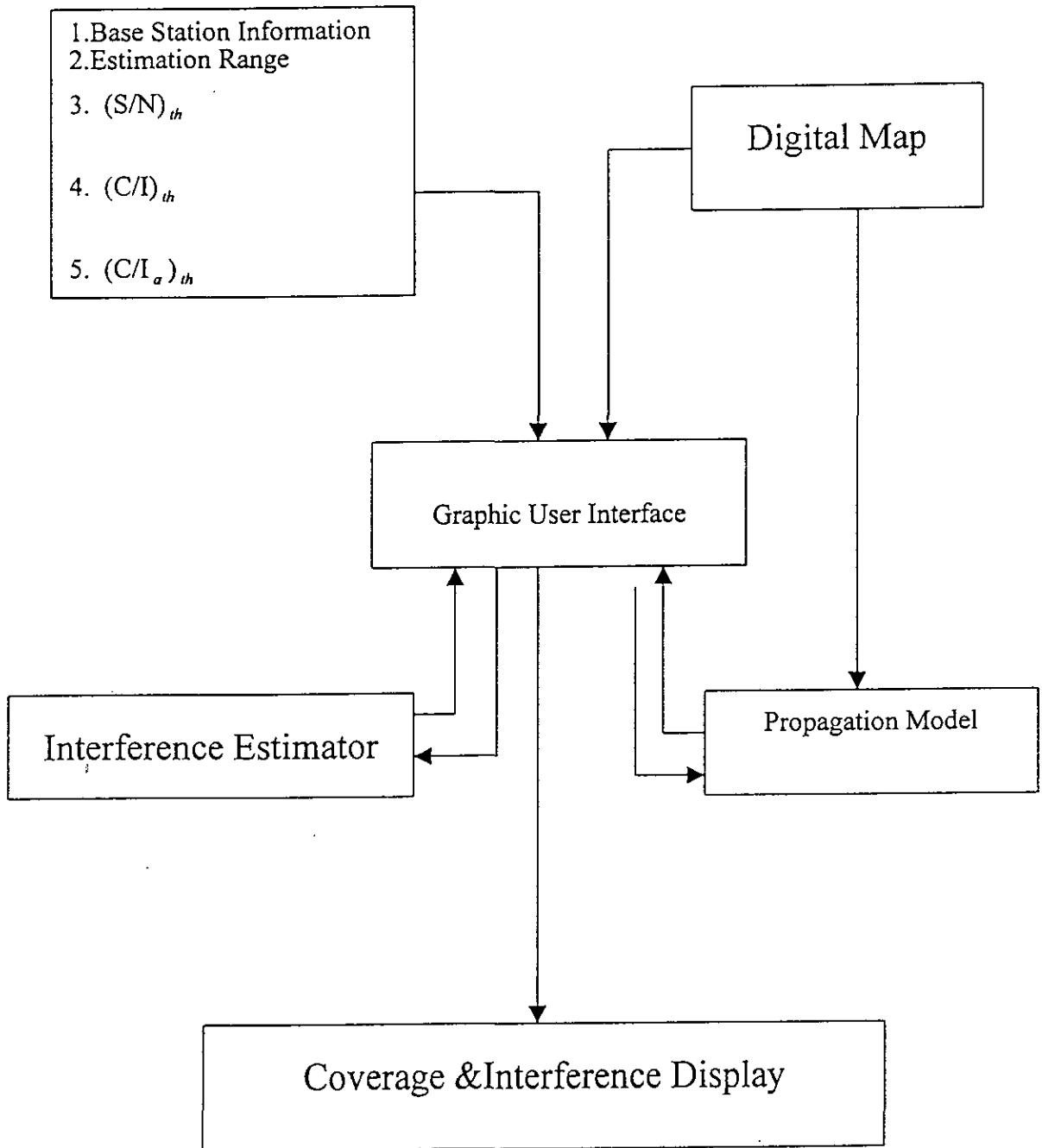


圖 5-2 軟體架構圖

5.5 電波有效涵蓋面積之分析

本節以現有中國電視台北部、中部、南部、宜蘭、花蓮、台東等發射台現有站址(如圖 5-3)、天線高度(如表 5-1)、場型(如圖 5-4(a)~(f))及發射功率等資訊，參考我國無線電視廣播電台保護比技術規範與美國 FCC 數位電視技術規範，進行類比及數位電視信號有效涵蓋範圍之分析比較。5.5.1 及 5.5.2 節將分別進行類比及數位電視信號有效涵蓋面積之預估與分析。

5.5.1 類比電視信號電波有效涵蓋面積之預估

為評估各站台之有效涵蓋面積，我們首先定義有效涵蓋範圍之邊界為 $C(\alpha, E_{th})$ ，該參數表示在該邊界所涵蓋的區域內，其接收場強有 $\alpha\%$ 的機率大於或等於維持視訊品質所須最小場強值 E_{th} [1]。在圖 5-5，我們以圖 5-3 中所標示的六個發射站為輻射中心，分別畫出該站的有效涵蓋範圍邊界。各該邊界之 α, E_{th} 均分別等於 90 及 55 $\text{dB}\mu\text{v/m}$ 。圖 5-6 中，則顯示各站之有效涵蓋面積數值，由該圖中我們得知，在各站所給的輻射功率下，其總有效涵蓋面積約佔台灣本島面積之 39% (重疊地區也納入計算)。在圖 5-7，我們仍以圖 5-3 的六個發射站為輻射中心，分別畫出該站的有效涵蓋範圍邊界。各該邊界之 α, E_{th} 均分別等於 50 及 55 $\text{dB}\mu\text{v/m}$ 。圖 5-8 中，則顯示各站之有效涵蓋面積數值，由該圖我們得知，在各站所給的輻射功率下，其總有效涵蓋面積約佔台灣本島面積之 86% (重疊地區也納入計算)。

5.5.2 數位電視信號電波有效涵蓋面積之預估

由於數位電視信號之有效接收強度 E_{th} 為 41 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ [2]，比類比信號低 14dB，所以如要維持與類比電視信號有相同或類似之有效涵蓋面積，可適度降低數位電視信號之有效輻射功率。經過 trials-and-errors 的方法，我們發現如將數位電視信號之有效輻射功率比類比電視有效功率降低約 7dB，該目的就可達到。表 5-2 中，即顯示六個發射站台類比信號與數位信號有效輻射功率之差別。

該數位信號有效輻射功率，進行有效涵蓋面積之評估。當 $\alpha=90$ 時，各站台之有效涵蓋範圍之邊界顯示於圖 5-9。在圖 5-10 中，則顯示各站有效涵蓋面積

數值及其百分比。類比與數位電視信號有效涵蓋面積之比較則顯示於表 5-3，我們可發現，雖然數位信號強度減弱了 7dB，各發射站仍能維持較大的有效涵蓋面積。當 $\alpha=50$ 時，各站有效涵蓋邊界及涵蓋面積數值則分別表示於圖 5-11 及 5-12 中。

表 5-1 中國電視台發射台射頻與塔高

發射台名稱	標高/塔高	發射頻道
北部發射台	1040/30	186-192 MHz
中部發射台	330/30	192-198 MHz
南部發射台	360/30	186-192 MHz
宜蘭發射台	245/21	204-210 MHz
花蓮發射台	550/40	186-192 MHz
台東發射台	515/15	204-210 MHz

表 5-2 類比電視台信號有效輻射功率(ERP)與數位電視台信號輻射功率(ERP)之比較

	類比輻射功率 (ERP) (W)	數位輻射功率 (ERP) (W)	功率減少值(W)
北部 台	443000	88390	354610
中部 台	270000	54271	215729
南部 台	318000	63449	254551
宜蘭 台	32000	6384	25616
花蓮 台	42600	8500	34100
台東 台	11900	2374	9526

表 5-3 類比與數位電視信號有效涵蓋面積比較

	類比涵蓋面積 (km ²)	數位涵蓋面積 (km ²)	涵蓋面積增加率
北部 台	2309.96	2325.4	0.66%
中部 台	4464.64	4581	2.54%
南部 台	5084.14	5124.3	0.78%
宜蘭 台	1474.61	1511.5	2.44%
花蓮 台	573.72	589.43	2.67%
台東 台	610.31	633.64	3.68%

註：類比電視 $E_{th}=55 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ ，數位電視 $E_{th}=41 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ ，

$$\alpha=90$$

Base station site

①	1	121	30	48	,	25	10	55
②	2	120	37	12	,	23	57	31
③	3	120	24	53	,	22	49	5
④	4	121	51	47	,	24	36	25
⑤	5	121	30	36	,	23	55	1
⑥	6	121	1	11	,	22	41	2



圖 5-3 中國電視台各發射站位置圖，”+”表各發射天線之實際位置，右表為各站之經緯度座標。

E 名	HORIZONTAL RADIATION PATTERN OF VHF TV TRANSMITTING					CALCULATED	計算值
	ANTENNA SYSTEM FOR Chu-Tsu-Shan STATION, C.T.V.					MEASURED	測定值
E 日	45子山	WEATHER 天候	TEMP 温度	°C	NAME 名前		

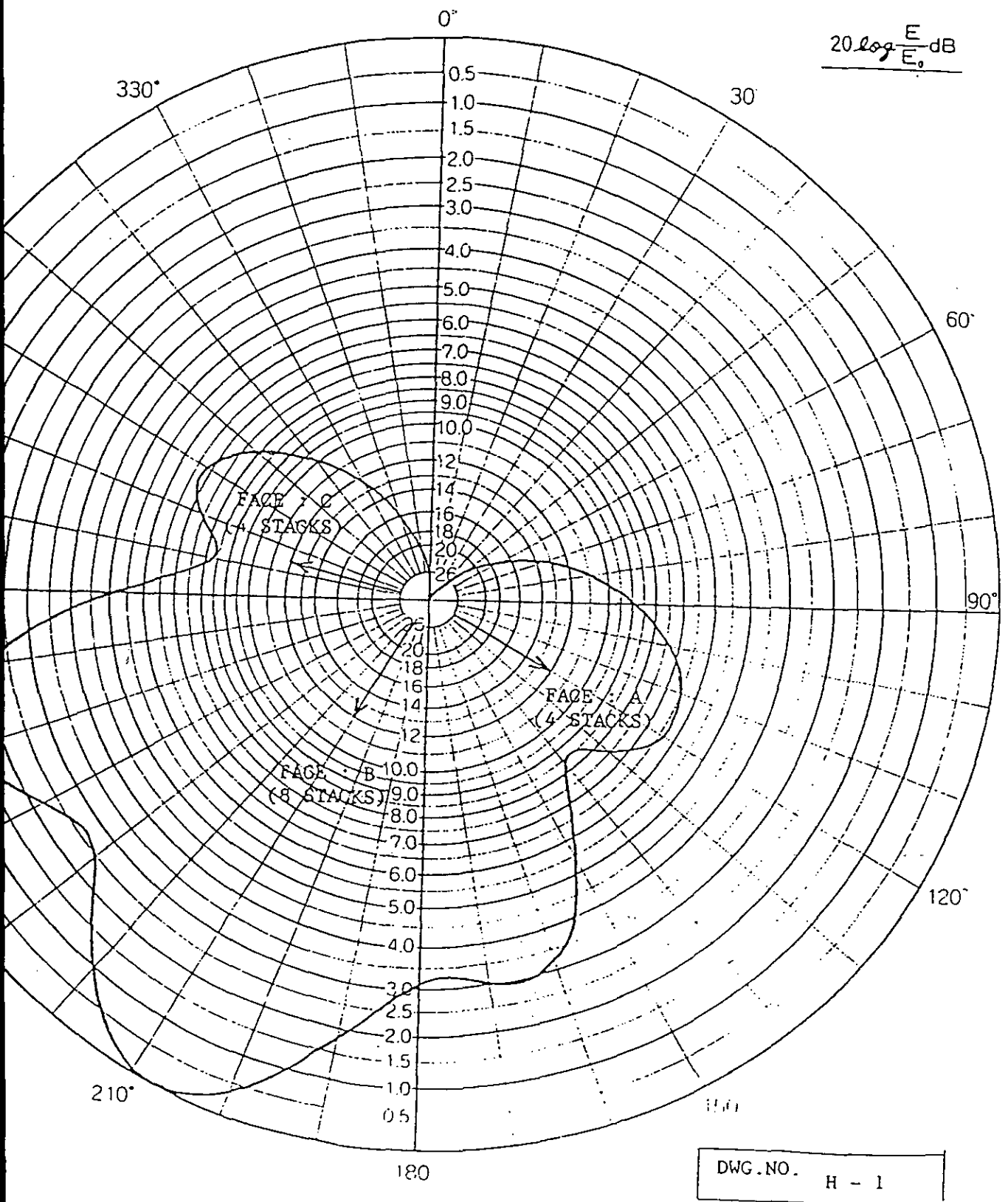


圖 5-4(a) 中國電視台北部發射台天線場型

HORIZONTAL RADIATION PATTERN OF VHF TV TRANSMITTING ANTENNA SYSTEM				MEASURED 測定値 CALCULATED 計算値	
STATION 台名 頁林	DATE 日期 月 日	WEATHER 天候	NAME 名前		

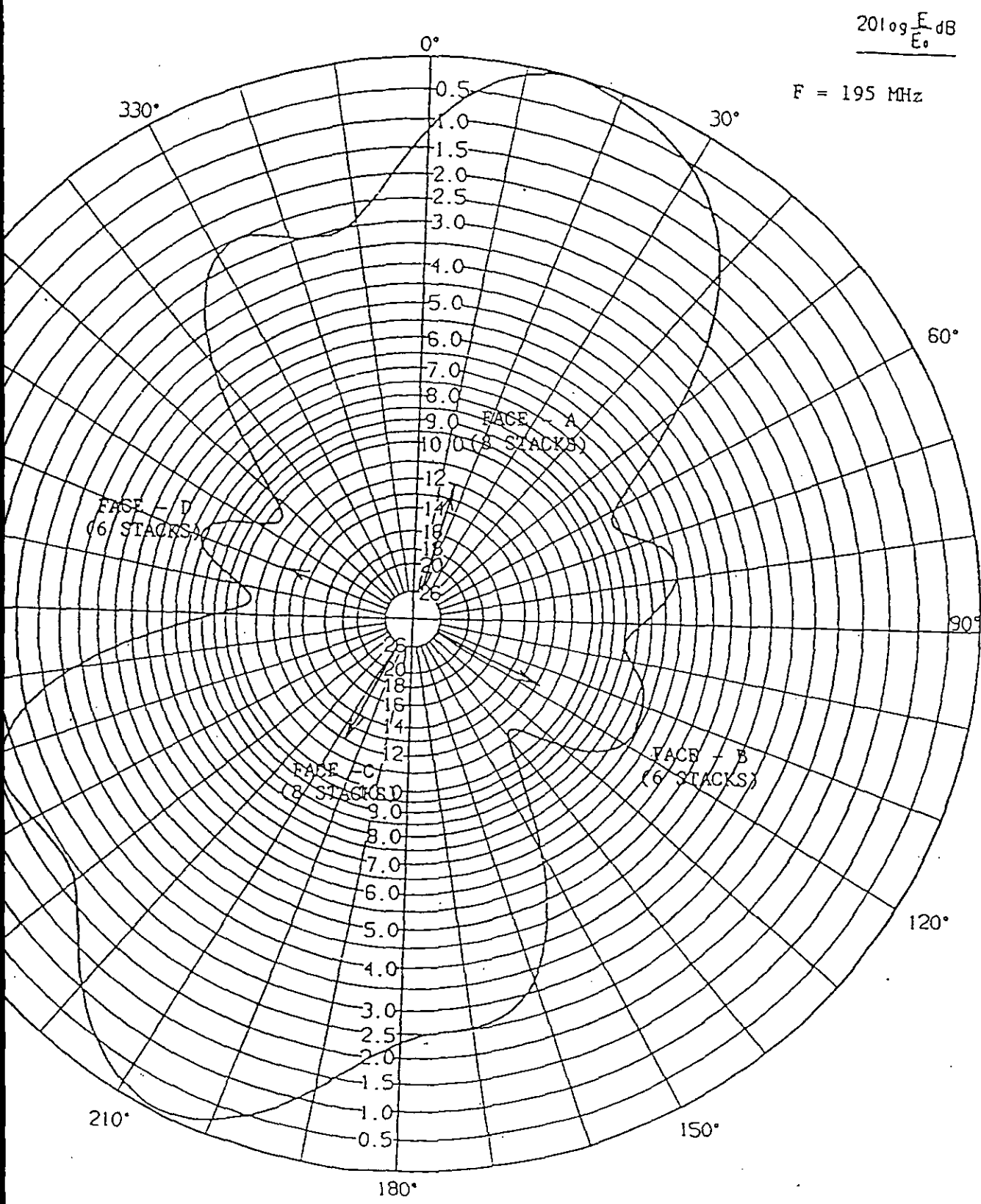


圖 5-4(b) 中國電視台中部發射台天線場型

HORIZONTAL RADIATION PATTERN
OF VHF TV TRANSMITTING ANTENNA SYSTEM

XXXXXXXXXXXX

CALCULATED 計算值

台名 中 泉	DATE 月 日	WEATHER 天 候	NAME 名 前
-----------	-------------	----------------	-------------

$$20 \log \frac{F}{E_0} \text{ dB}$$

F = 189 MHz

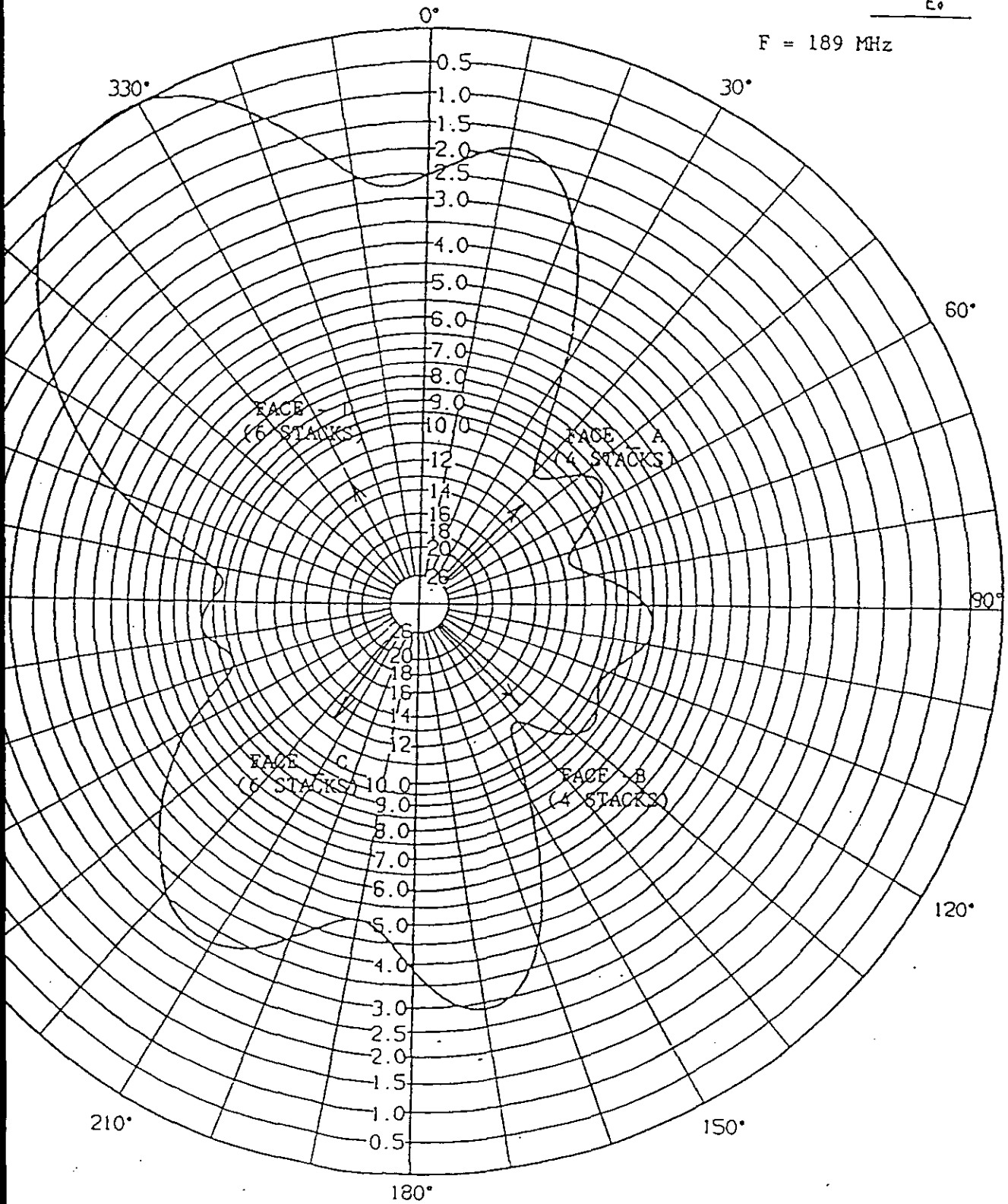
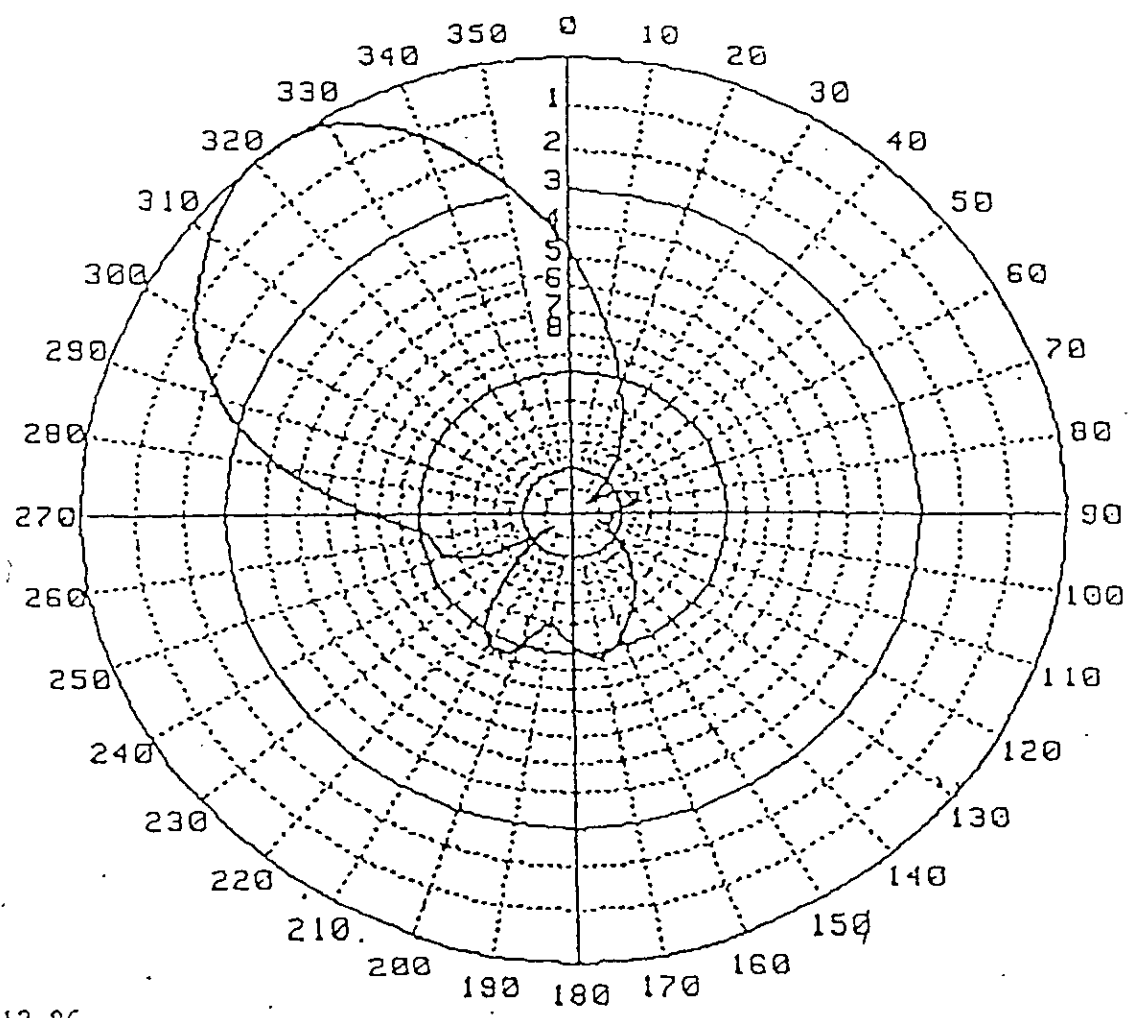


圖 5-4(c) 中國電視台南部發射台天線場型

Frequenz (MHz): 202
 Datenfile No. 1 54

宜蘭

Azimut (Grad)	Abstand (mm)	Versatz (+ -mm)	Phase (Grad)	Leistung (-fach)
180.0	600	0	0.0	1.00
180.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00
320.0	600	0	0.0	1.00



04-12-96

圖 5-4(d) 中國電視台宜蘭發射台天線場型

ANTENNE
antenna
antena
454.303

FRÉQUENCE
frequency
frecuencia
200 Mhz

DIRECTIVITÉ
directivity
directividad
97.5

P.A.R. (0 dB)
E.R.P.
E.R.P.
-

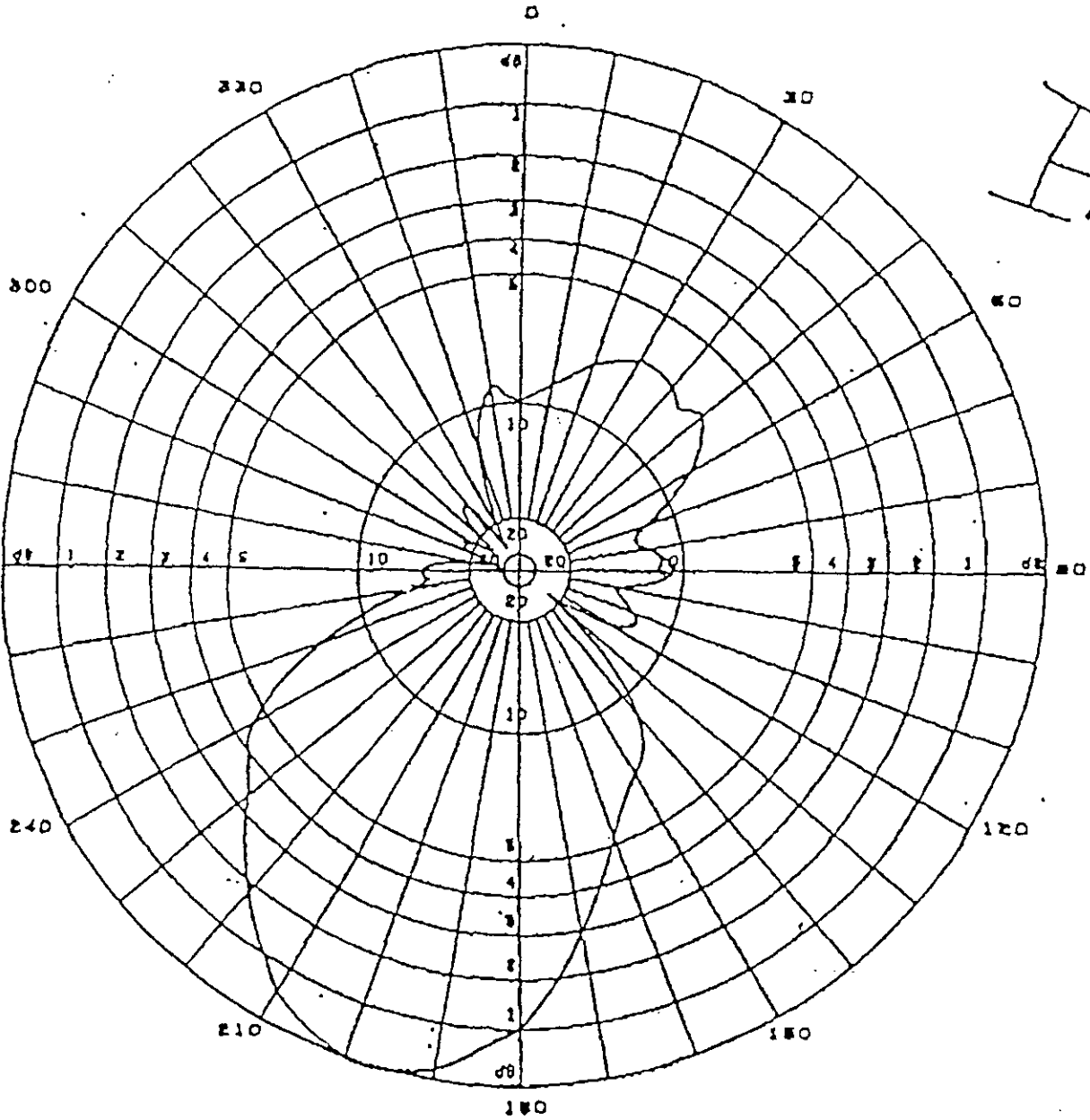


圖 5-4(e) 中國電視台花蓮發射台天線場型

ANTENNE
antenna
antena
417 553

FRÉQUENCE
frequency
frecuencia
190 Mhz

DIRECTIVITÉ
directivity
directividad
100.1

P.A.R. (0 dB)
E.R.P.
E.R.P.
-

100.1

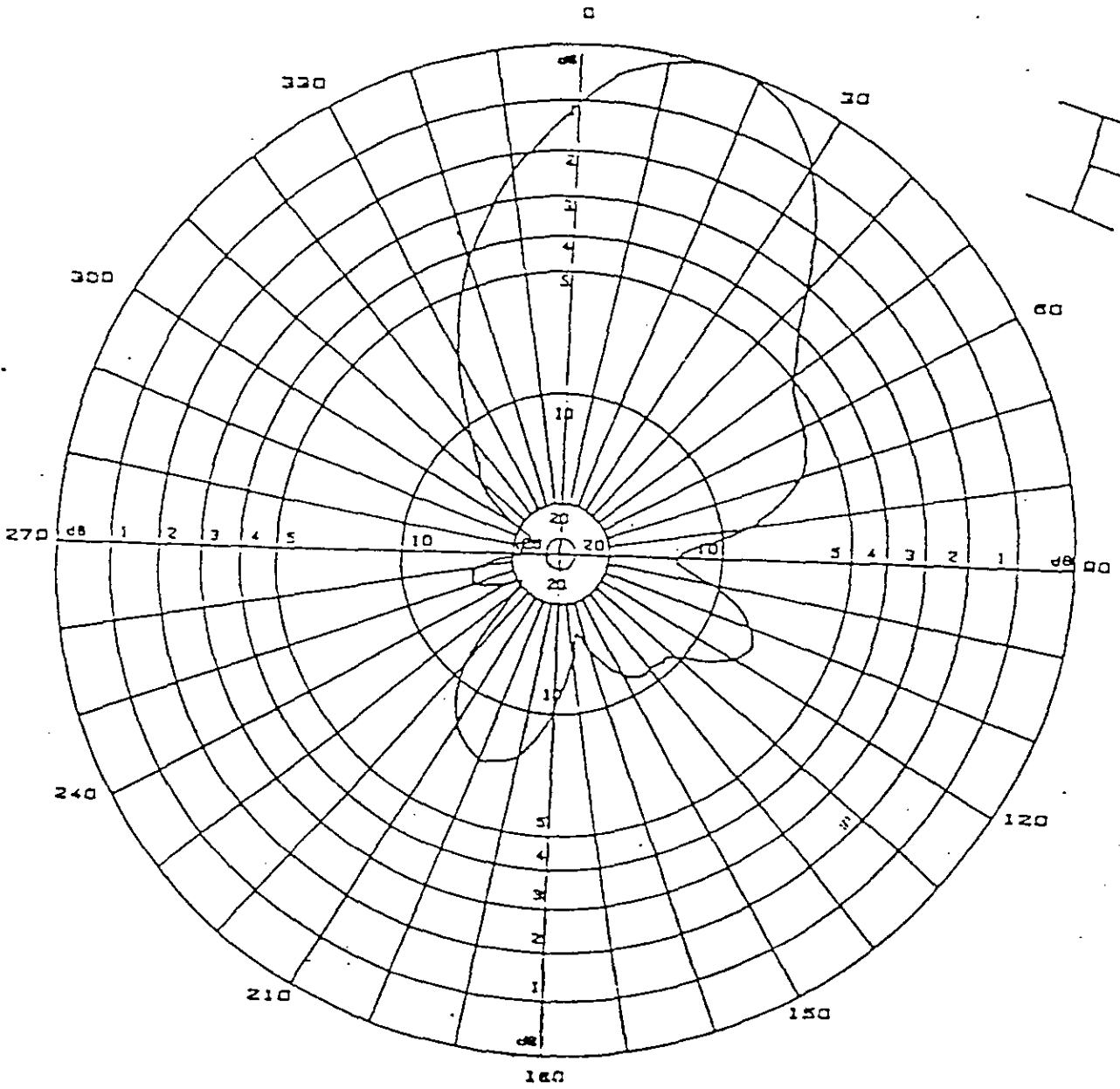


圖 5-4(f) 中國電視台台東發射台天線場型

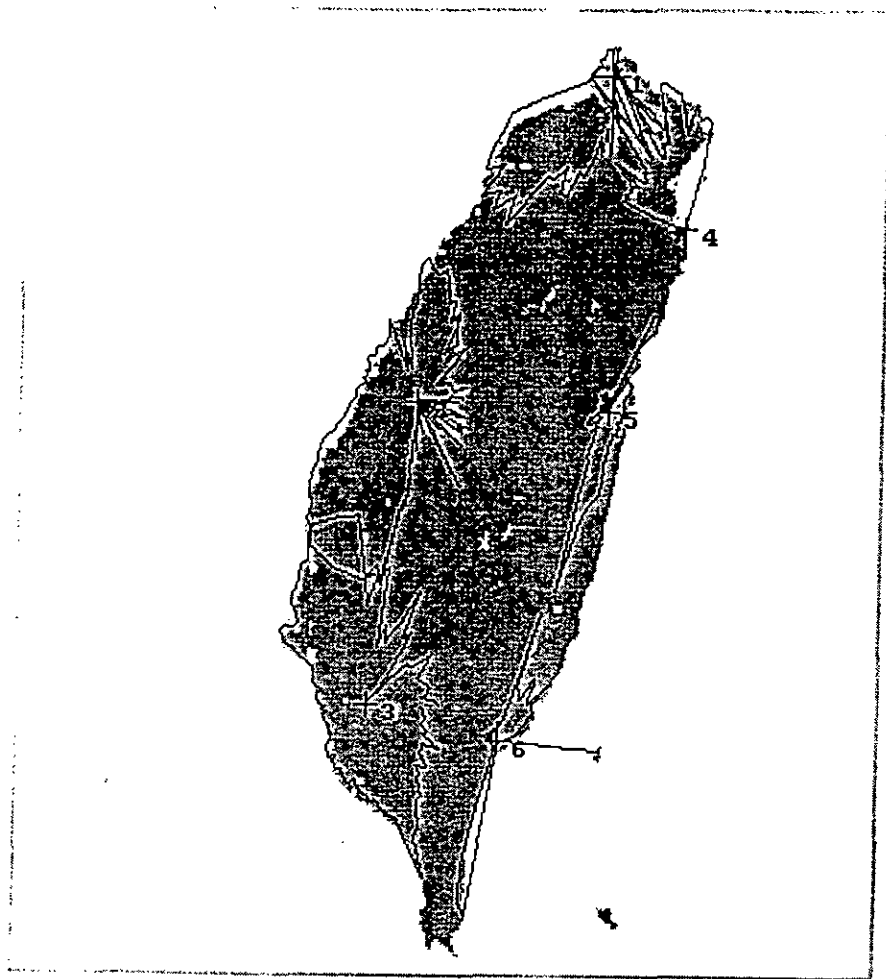


圖 5-5 類比電視信號有效涵蓋面積， $\alpha=90$ ， $E_{th}=55 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ ，

六個發射站址與中視同。

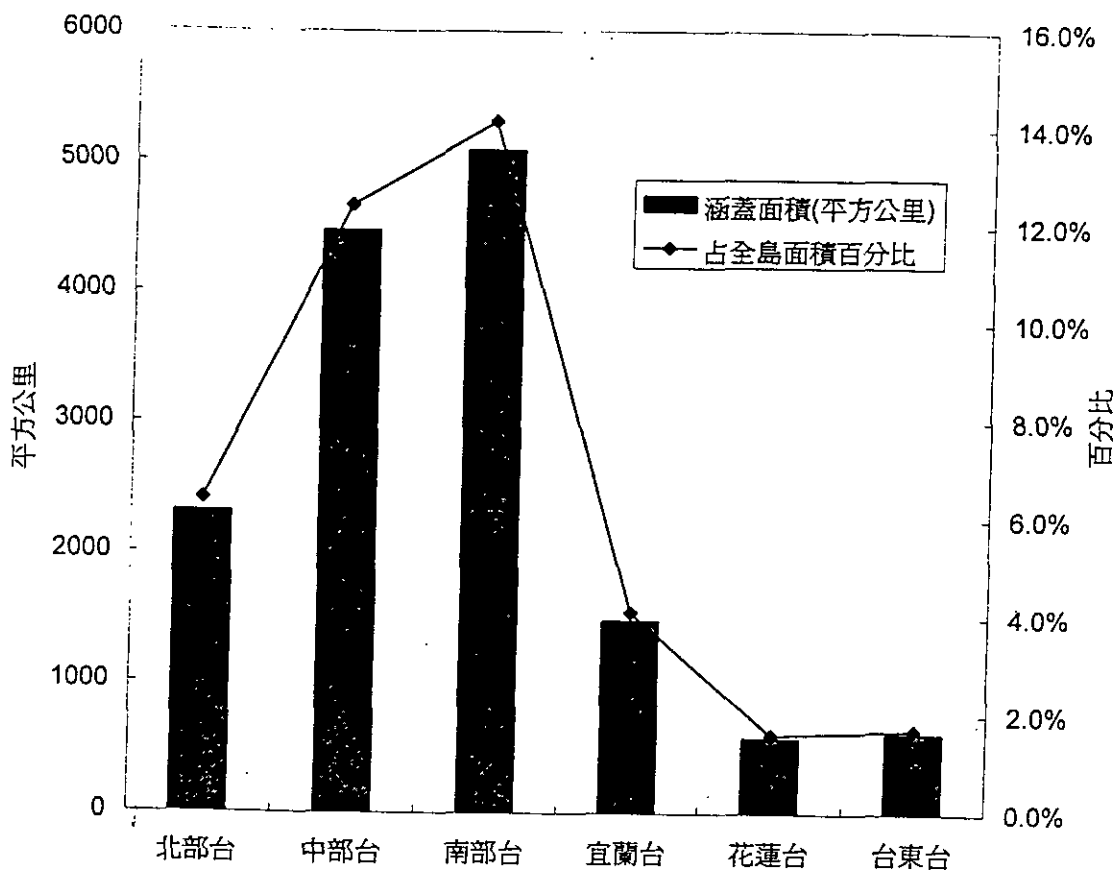


圖 5-6 各發射台類比信號之有效涵蓋面積($\alpha=90$ 及 $E_{th}=55 \text{ dB}\mu\text{V/m}$)

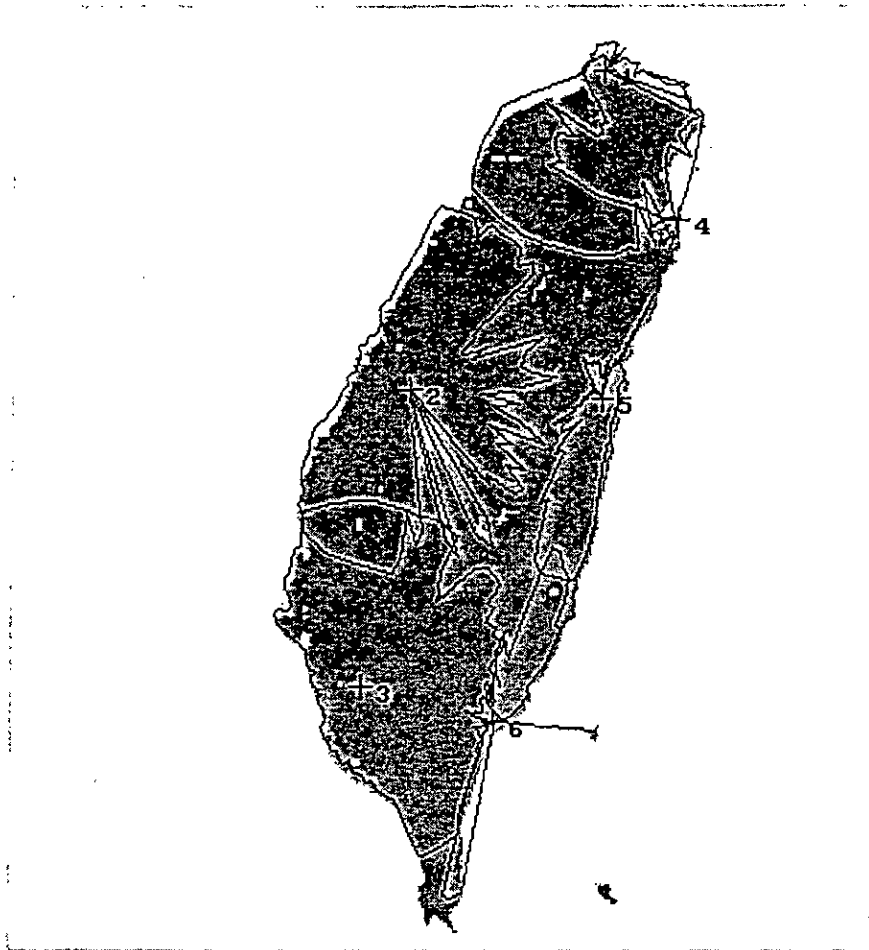
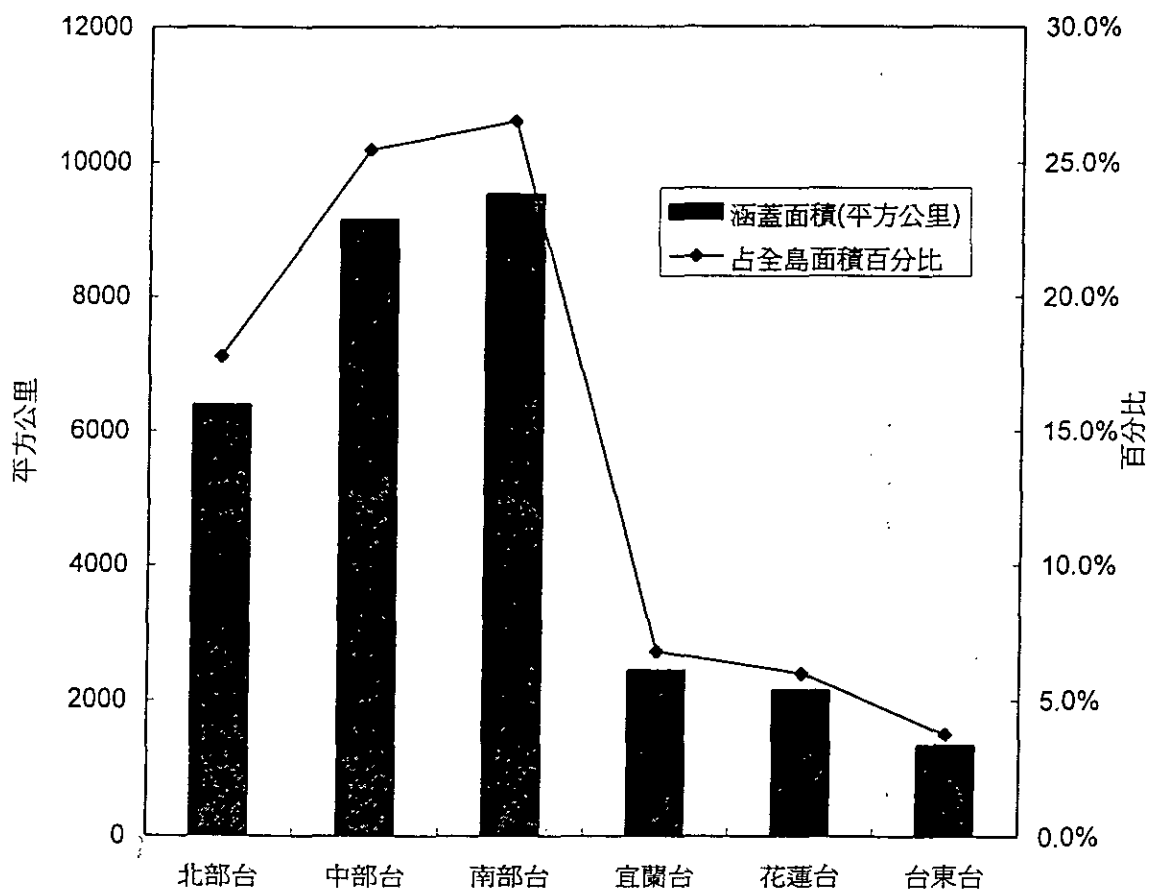


圖 5-7 類比電視信號有效涵蓋面積， $\alpha=50$ ， $E_{th}=55 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ ，

六個發射站址與中視同。



	涵蓋面積(平方公里)	占全島面積百分比
北部台	6384.41	17.8%
中部台	9152.25	25.5%
南部台	9536.88	26.5%
宜蘭台	2436.34	6.8%
花蓮台	2145.9	6.0%
台東台	1344.36	3.7%

圖 5-8 各發射台類比信號之有效涵蓋面積($\alpha=50$ 及 $E_{th}=55$ dB μ V/m)

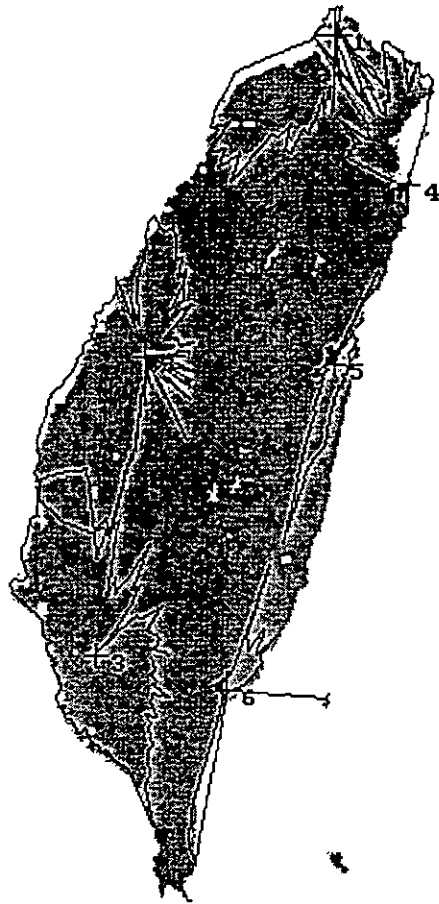
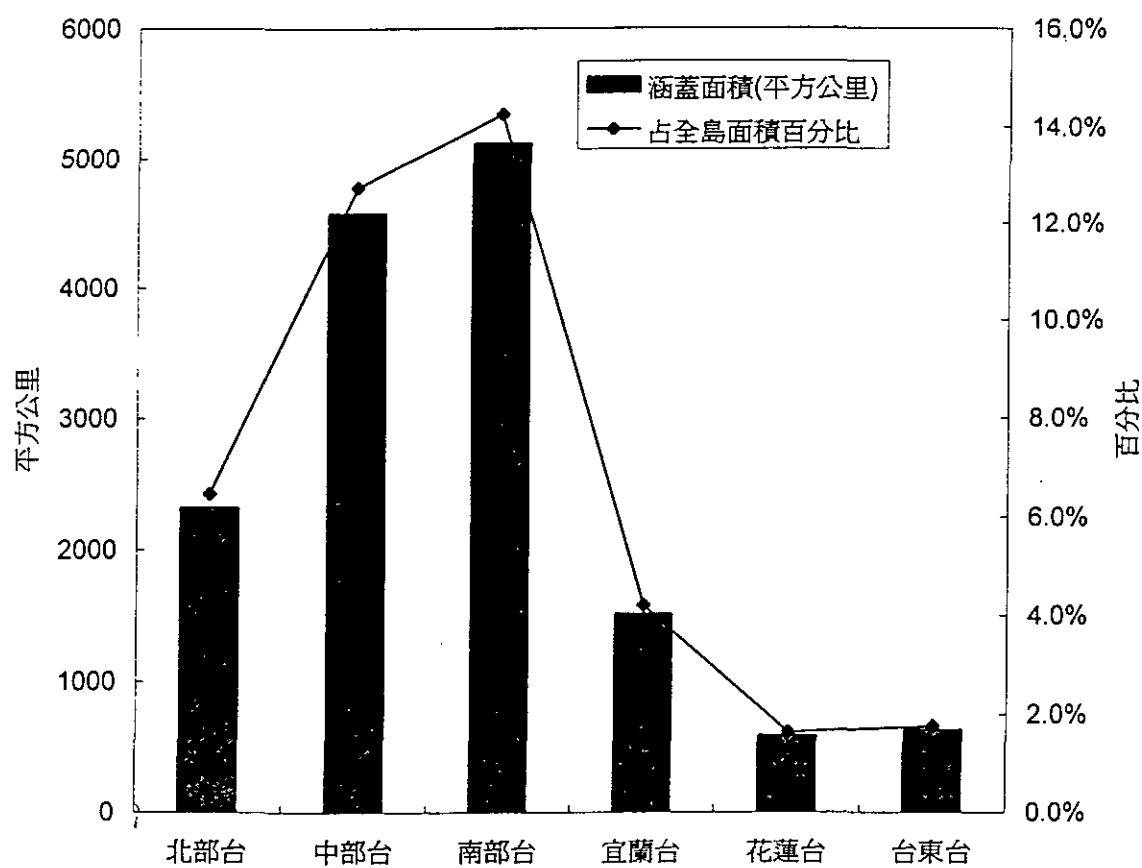


圖 5-9 數位電視信號有效涵蓋面積， $\alpha=90$ ， $E_{th}=41 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ ，
六個發射站址與中視同。



	涵蓋面積(平方公里)	占全島面積百分比
北部台	2325.4	6.5%
中部台	4581	12.7%
南部台	5124.3	14.3%
宜蘭台	1511.5	4.2%
花蓮台	589.43	1.6%
台東台	633.64	1.8%

圖 5-10 各發射台數位信號之有效涵蓋面積($\alpha=90$ 及 $E_{th}=41$ dB μ V/m)

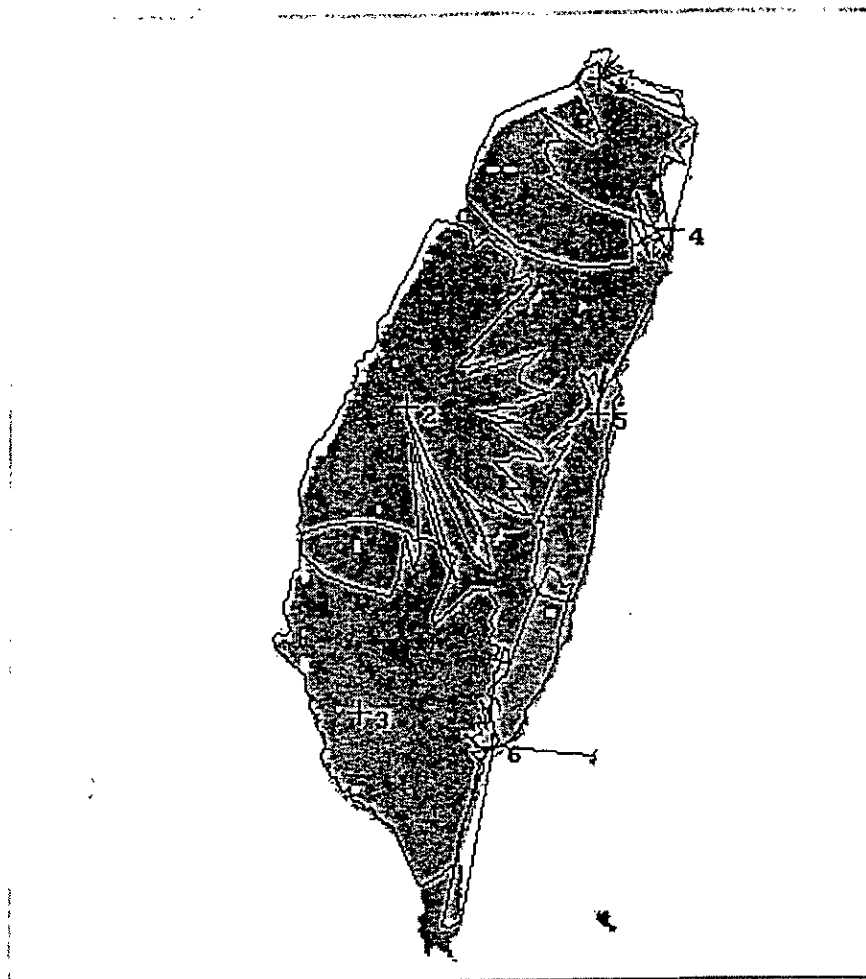
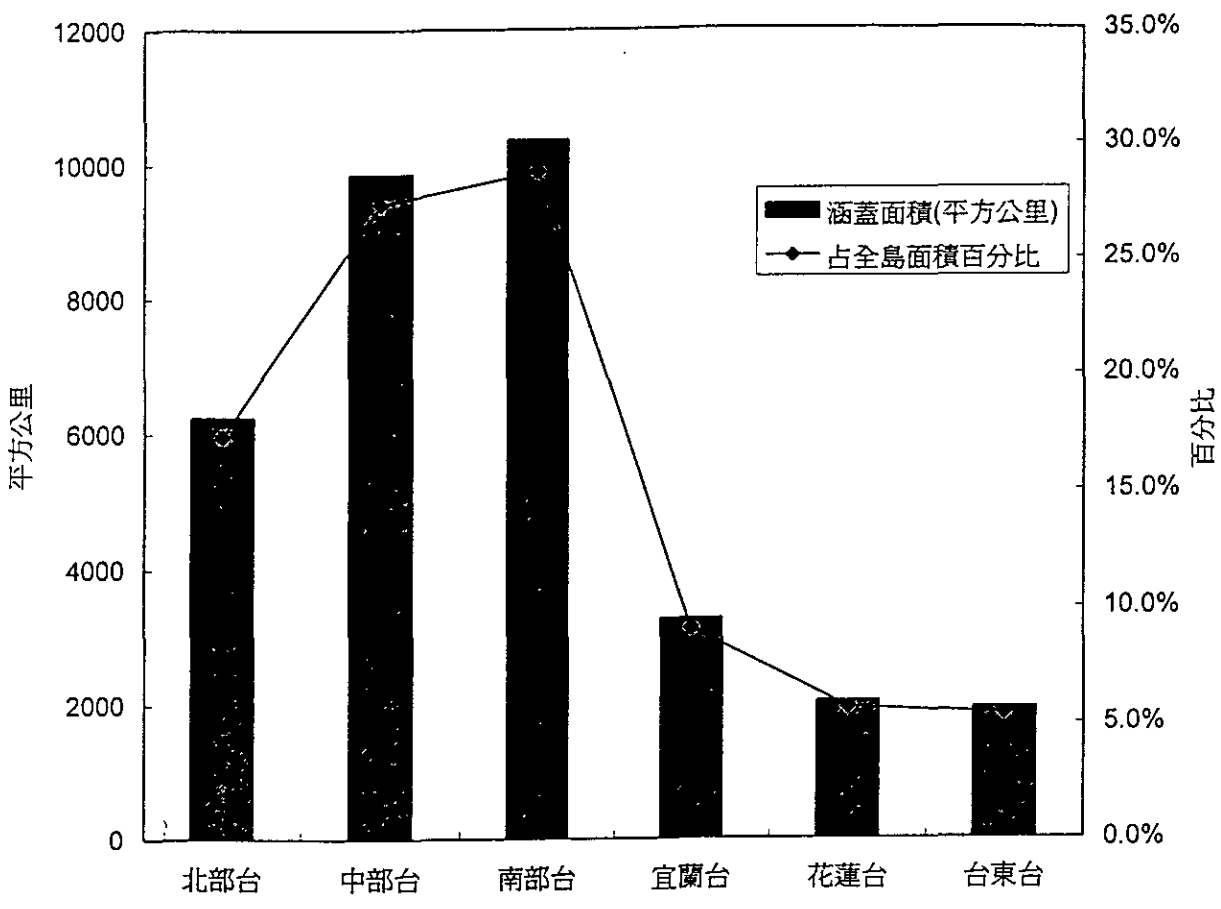


圖 5-11 數位電視信號有效涵蓋面積， $\alpha=50$ ， $E_{th}=41 \text{ dB } \mu\text{V/m}$ ，六個發射站址與中視同。



	涵蓋面積(平方公里)	占全島面積百分比
北部台	6237.78	17.4%
中部台	9847.83	27.4%
南部台	10364.26	28.8%
宜蘭台	3264.65	9.1%
花蓮台	2038.16	5.7%
台東台	1939.82	5.4%

圖 5-12 各發射台數位信號之有效涵蓋面積($\alpha=50$ 及 $E_{th}=41 \text{ dB } \mu\text{V/m}$)

5.6 數位頻道之指配

本節以台視、中視、華視與民視等四個商業電視台現有發射站址為規劃數位電視台發射站之基礎，研擬數位電視台頻道之指配與進行類比、數位信號同、鄰頻干擾之分析。

5.6.1 頻道指配之研擬

此處，我們先以四組數位電視頻道作為分析對象，至於頻道如何指配問題請參考下一章。假設四組數位頻道為：

第一組：(24、25)

第二組：(28、29)

第三組：(31、32)

第四組：(33、34)

每組頻道的前頻道為 Group A，後頻道為 Group B，亦即，

Group A：24、28、31、33

Group B：25、29、32、34

以六個主要發射站考量：

Group A 指配給北部台，南部台和花蓮台

Group B 指配給中部台，宜蘭台和台東台

5.6.2 同頻干擾之分析

現就上述之指配頻道，進行同頻干擾之分析。該頻干擾可從 DTV 對 Analog-TV、Analog TV 對 DTV 及 DTV 對 DTV 等三種情形分別考慮。由於 DTV 和 Analog-TV 彼此並無使用相同頻道，所以前兩者並不分析，第三種情形由於 DTV 的頻道會重複使用，所以需加以評估。如依照 5.6.1 中 Group A 及 Group B 的指配方式，則數位同頻電台彼此相隔很遠，並有中央山脈阻擋，所以不會產生有效之同頻干擾，相關分析結果可參考表 5-4。

表 5-4 同頻干擾分析

Cochannel	D/U ratio (dB)	是否有這種情形	如有,是否小於 D/U ratio(有效干擾)
DTV-into-Analog TV	34	否	
Analog TV-into-DTV	2	否	
DTV-into-DTV	15	是	否(註一)

註一：由於數位同頻電台彼此相隔很遠，且有中央山脈阻擋，所以不會產生有效之同頻干擾。

5.6.3 鄰頻干擾分析

在分析鄰頻干擾時，可分第一鄰頻及其他鄰頻干擾兩項分別進行分析。

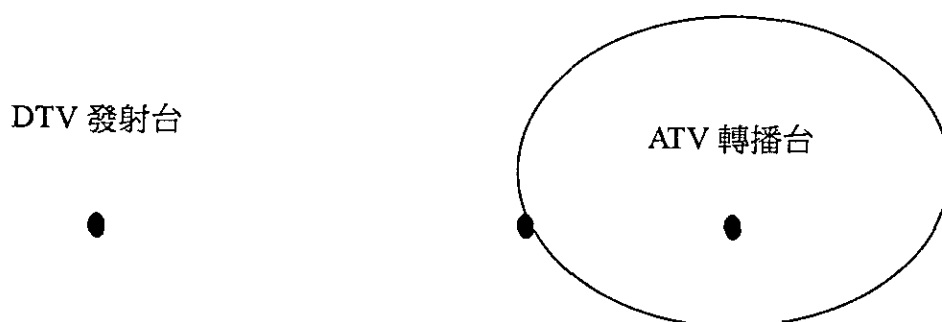
第一鄰頻干擾 (First Adjacent Interference) 分析

我們將根據指配的數位頻道 (24、25、28、29、31-34)，考慮已指配之類比頻道，如頻道 35，進行第一鄰頻干擾之分析。分別分析 Lower DTV 對 Analog TV、Upper DTV 對 Analog TV、Lower Analog TV 對 DTV、Upper Analog TV 對 DTV、Lower DTV 對 DTV 及 Upper DTV 對 DTV 等六種情形。第一種干擾將會產生，不過由於頻道 34 及 35 均由華視管理，如將這兩頻道視為同頻，適當指配給不同發射站，應可避免有效干擾。第二、三種情形，以目前的指配方式將不會發生。第四種情形如同第一種情形，第 35 頻道的類比信號可能會干擾第 34 頻道的數位信號，由於數位電視抗鄰頻干擾性佳，D/U ratio 可高達 -48dB 或 -49dB，應不會產生有效之第一鄰頻干擾。

第五及第六種情形是評估數位電視信號相互干擾是否為 D/U ratio，與第四種情形的原因類似，應不會產生有效干擾。這六種情形的分析結果可參考表 5-5。

其他鄰頻干擾 (Other Adjacent Channel Interference) 分析

其他鄰頻干擾可分為 DTV 干擾、Analog-TV 干擾 DTV 及 DTV 干擾 DTV 三種情形。由於 DTV 抗鄰頻干擾能力強，所以只要適當指配頻道，應可避免 DTV 受到鄰頻之 DTV 或 Analog-TV 有效干擾之情形發生。DTV 是否會干擾 Analog-TV，尤其是那些低發射功率改善收視不良地區的轉播站。由於類比信號之有效涵蓋範圍所需的 E_b 大於數位信號，所以不致產生 DTV 對 Analog-TV 有效干擾的情形。進一步的說明敘述如下：



假設點 I 落在類比轉播台之有效涵蓋範圍內，表在該點之場強大於或等於 $65 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ ，如 DTV 發射台對點 I 產生有有效之鄰頻干擾，代表在該點來自 DTV 發射台之信號強度至少大於 $80 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ (取 $D/U \geq -25 \text{ dB}$)，表示點 I 應由 DTV 發射台來負責涵蓋，不須由類比轉播台來負責，即該點來自類比轉播台之信號應小於 $65 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ ，與假設矛盾。所以應不致發生有效干擾。其他鄰頻干擾分析結果可參考表 5-6。

表 5-5 第一鄰頻干擾分析

First adjacent channel	D/U ratio (dB)	是否有這種情形	如有,是否小於 D/U ratio(有效干擾)
Lower DTV-into-Analog TV	-17	是,如頻道 34	否(註二)
Upper DTV-into-Analog TV	-12	否	
Lower Analog TV-into-DTV	-48	否	
Upper Analog TV-into-DTV	-49	是,如頻道 35	否(註三)
Lower DTV-into-DTV	-42	是	否(註四)
Upper DTV-into-DTV	-43	是	否(註四)

註二：如中部台之第 34 指配頻道(數位)和北部教育電台第 35 頻道，不過兩台相隔距離遠，且數位電視台輻射功率小，應不會產生有效干擾。

註三：如北部教育台第 35 頻道中部數位台第 34 頻道。不過，數位電視抗鄰頻干擾性佳，D/U ratio 高達-48dB 或-49 dB，且這兩相鄰頻道電視台相距甚遠，應不會產生有效之第一鄰頻干擾。

註四：D/U ratio 高達-42 dB 與-43 dB，且相鄰頻道電視台彼此相距遠，應不會產生有效之第一鄰頻干擾。

表 5-6 其他鄰頻干擾

DTV channel	D/U ratio (dB)	對那些 Analog-TV 頻道產生干擾	如有,是否小於 D/U ratio(有效干擾)
N-2	-24	N=35,36	參考文中的說明。
N+2	-28	否	
N-3	-30	N=35,36,37	
N+3	-34	否	
N-4	-34	N=35,36,37,38	
N+4	-25	否	
N-7	-35	N=35,36,38-41	
N+7	-34	否	
N-8	-32	N=36,37,39-42	
N+8	-43	否	
N+14	-33	N=10,11	
N+15	-31	N=9,10	

第六章 數位電視頻道指配與使用原則

我國數位電視（包括高畫質電視）在過去七年來積極發展推動。最初的重心在產業界和學界，開發數位電視的各項技術。最近，行政院相關部會所擬的數位電視廣播時程為預期在 90 年 12 月完成全區開播，95 年 1 月收回類比頻道，請參考表 6-1。

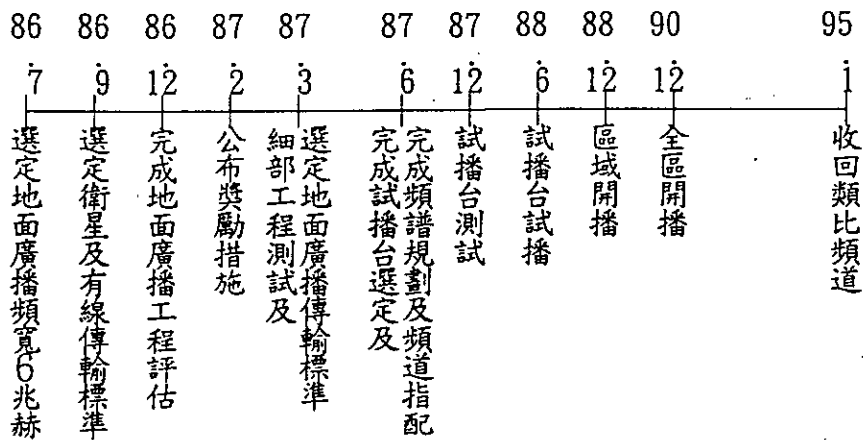


表 6-1 我國數位電視推動時程

由於時程緊迫，我們先做重點式規劃。參考美國的頻道指配原則與使用，以上一章電波分析為基礎，建議我國數位電視頻道使用原則及類比頻道收回後之使用原則如下，並略說明我們的觀點。

1. 建議我國數位電視頻道指配與使用原則
 - a. 每一現有電視台額外給予一組全區數位電視頻道（含兩個 6MHz 頻道），使能作全省數位電視廣播
 - b. 電視台運用數位電視頻道之原則
 - (i) 要求至少提供一個免費的 SDTV 節目
 - (ii) 允許提供計費收視節目
 - (iii) 鼓勵提供多媒體資訊服務

(iv) 不包括需要特許的「電信」服務

2. 未來類比頻道收回後之可能使用建議

- a. 視當時「科技」與「市場」需要而決定
- b. 可能開放新的數位電視經營執照
- c. 可能開放競標，提供創新服務

我們的數位頻道規劃是基於兩項大原則：一是大眾利益，二是自由開放。無線頻道是全民的財產，因此其規劃使用，宜以全民利益優先。具體的原則為(1)有效使用頻譜，(2)民眾收看電視節目之權益。

數位電視能夠更有效使用頻譜，提供更佳品質的電視。因此從頻譜效率觀點，國家應以數位電視逐漸取代現有類比電視。然而，類比電視頻道回收後，現有電視必須有管道持續他們的節目播放，才不損害民眾收視的權益。因此，我們建議給現有電視台一組全區數位頻道，用以取代現有類比頻道，讓現有電視台業者得以持續其節目播送，不影響電視業者與收視大眾的利益。在過渡時期，現有電視業者同時擁有類比及數位頻道，似乎較佔優勢，然而我們不能假設民眾在某時日全部準備好數位電視接收機，因此可以同時切斷類比節目而開始播放數位電視。所以有五年左右過渡時期是十分合理的。

一組數位頻道可以播放一個高畫質電視節目或四個左右普通電視節目。基於電信自由開放原則，我們仿效美國的作法，不硬性規定數位頻道應如何使用，讓業者有更大自由度作最佳的安排。然而為避免收視大眾現有權益受損，擁有數位頻道電視之台至少得提供一個免費的 SDTV（或 HDTV）節目。

面臨有線電視、衛星電視的強大競爭，無線電視台可以提供計費收視及多媒體資訊，但是有待特許電信服務暫不包括在內。這樣的經營方式可以鼓勵並維持無線業者持續經營，大眾也獲得不同管道的多媒體服務，大家都是贏家。同時，現在世界各國對電信管理的潮流傾向自由開放，我國也走往這個方向，在儘可能範圍，允許業者自行選擇經營內容，也符合自由開放之原則。

其次，95 年時收回類比頻道當如何使用，這一問題，美國除了保留部份頻道作為緊急醫療外，也未有明確的規劃。目前科技日新月異，大眾對媒體的需

求也與時日變，七、八年雖然不是很長的時間，但也可能有相當巨大的變化。因此，我們建議在未來三、四年密切觀察科技的進展以及大眾的需求，再做出妥適的方案。

另外，與頻道規劃相關的一些問題，我們也在此作簡略的討論。其中一個問題為哪些頻道應指定為數位頻道；另一個問題是一組全區數位頻道如只包含兩個頻道，仍有許多收視不良地區，未來如何改善。

從物理觀點，有些頻道較不適合數位電視傳輸。例如 Channel 2 至 6 的低 VHF 頻道，易受到周遭雜訊源的干擾，像電力線洩漏、汽車發動引擎等。另一方面，高頻 UHF 頻道的傳送距離較短，也較不適合廣播之用。因此美國 FCC 是以 Channel 7 至 51 為主要數位電視頻帶 ([9], P.40)。由於頻道缺乏，在此頻帶外但目前指定給數位電視使用的過渡時期頻道，在未來（2006 年後）FCC 將收回另外指配頻道。基於電信頻譜使用效率，一個相當寬度頻段應當指配給一種用途。因此，我們建議國內也應有一個數位電視主要頻帶。由於 Channel 24 至 32（目前中間缺 Channel 26、27 與 30）可以立即指定為數位頻道，因此我國數位電視頻譜似乎可以此為核心，發展成爲一個頻帶。

至於數位電視收視不良問題，在未來有更多頻道可用時，可採用(1)各別電台額外指配頻道方式，或(2)所有電台整合共用若干頻道方式。前者優點為簡單，各台獨立作業；後者的優點為使用效率較高。關於收視不良問題，如對現有收視不良狀況作整理，或者可得出較佳解決方案，應為下一階段可研究的課題。

第七章 數位頻道指配之研擬

本計畫主要目的是研擬將現有電視頻道規劃為數位電視廣播之用，規劃之原則應與電台電波涵蓋評估及同、鄰頻干擾分析有密切關係，包括針對全區數位頻道（包括兩個 6MHz 的電視頻道），分析其涵蓋區及干擾的可能性。如果現有可用作數位電視的頻道不敷使用時，如何重新整合分配舊有的頻道？這一課題牽涉到電波管理的整體策略，以至個別電視台的長期規劃等相關問題。本研究純粹從技術觀點，研擬頻道指配的可能方案，並舉辦座談會（附錄一），邀請相關業者專家共同協商討論，詳見座談會會議記錄（附錄二）。參考專家業者的意見，並依第六章的指配原則，我們試擬下述方案。

我國現在共有台視、中視、華視、民視四家商用電視台，以及公共電視台和教育電視台兩公益電視台。各台使用的頻道及目前可用頻道，見表 7-1。

依目前的設備、技術，以及營運成本考量，單頻網尚不成熟，所以為了讓電視台能夠在全省六個主廣播站廣播數位電視，本研究電腦模擬分析指出，每一電視台需指配兩個 6MHz 頻道，即能達到與各台目前 NTSC 電視相似的涵蓋效果。如何改善 DTV 收視不良非本研究範圍，未來可以整體規劃目前使用中的 12 個改善收視不良頻道。

對我國數位電視無線電頻道指配，在未有其他額外頻道可用條件下，本研究建議三個方案：

方案一：

我國目前尚未指配 Ch24，Ch25，Ch28，Ch29，Ch31，Ch32，可形成三組 DTV 頻道：(24、25)，(28、29)，(31、32)。可以由我國目前六個電視台中有意願廣播 DTV 者提出營運計畫書，允許兩家以上電視台業者聯合成一組提出計畫，共同使用一組 DTV 頻道。由新聞局和交通部組織評選委員會，挑選出三家（組），每家（組）各指配兩頻道。由此三家（組）率先廣播 DTV，其餘電視台待以後將所有電視頻道（包括 12 個改善收視頻道，以及可能開放的其他電視頻道）整體規劃之後，再予以考量指配 DTV 頻道。

表 7-1 我國無線電視頻道指配情形

頻道	使用分類	使用者	頻道	使用分類	使用者
5	VHF 廣播 (8)	民間全民	36	UHF 廣播	華視(金)
6		民間全民	37	改善 收視 不良 地區 (12) 個 頻道	變頻機
7		台視(北)	38		變頻機
8		華視(中)	39		變頻機
9		中視(北)	40		變頻機
10		中視(中)	41		變頻機
11		華視(北)	42		變頻機
12		台視(中)	43		變頻機
13	VCR	錄影機	44		變頻機
24	目前 尚 未 開放 (6)	未開放	45		變頻機
25		未開放	46		變頻機
28		未開放	47		變頻機
29		未開放	48		變頻機
31		未開放	49	警政署	
32		UHF	未開放	50	UHF 廣播 (4)
33	UHF 華視教學 (4)	教育台(中)	51	公視(南)	
34		教育台(南)	52	公視(北)	
35		教育台(北)	53	公視(中)	

電信總局 86.10.23

優點：完全不影響六家電視台目前 NTSC 的廣播。

缺點：在第一波開放 DTV 廣播時，僅有三家（組）電視台能夠獲得 DTV 頻道。如果不只三家有意願在第一波開放時即開始提供數位電視，則向隅者與三家（組）先開播者競爭時居於不利之地位。

如果六家電視台中有超過三家向電信總局提出欲在第一波 DTV 開放時即計畫投資購置 DTV 廣播設備，並在定期內開播 DTV 節目，則以下方案可以騰出較多個 DTV 頻道。

由於每電視台指配兩個 6MHz 頻道可進行全台主廣播站廣播，目前指配給教育電視台和公共電視台各四個頻道，應可以更加有效率地利用。至於改善收視不良問題，可待後續研究時另行考慮（詳見下頁「主要頻道之規劃」）。

方案二：

目前教育台和公視各有四個頻道，如果各自提出一個頻道，則可合成第四組 DTV 頻道。上述兩電視台各保留使用其餘三個頻道播放 NTSC 節目。由於只有四組 DTV 頻道，如果有意廣播 DTV 之現有業者超過四家（組），仍由新聞局與交通部評選其中四家（組）使用。

優點：教育台和公視都仍能各使用三個頻道維持其目前 NTSC 廣播，如此對目前教育台和公視之影響最小。

缺點：1. 頻譜切割凌亂，未能達到重新整理規劃電視頻譜的目標。
2. 教育台和公視有改善收視不良地區的需要，擬未來在整體規劃 12 個改善收視頻道時一併考量。

方案三：

將目前指配給教育電視台的四個頻道，提出兩個（如 Ch33 和 Ch35）移轉作為第四組 DTV 頻道，剩餘兩個保留給教育台維持目前 NTSC 廣播。將目前指配給公共電視的四個頻道，保留兩個（如 Ch50、Ch52）維持其目前之 NTSC 廣播，其餘兩個則作為第五組之 DTV 頻道。如果有意營運 DTV 的現有電視台超過五家

(組)，則可以評選方式先挑選出五家(組)。

優點：可以指配五組 DTV 頻道。由於 DTV 頻道可以壓縮至少四個 SDTV 節目頻道，如果任兩家電視台可以共用一組 DTV 頻道，則目前六家電視台均立即可以開播數位電視。

缺點：教育電視台和公共電視台將因此缺乏改善收視頻道。由於教育台與公共電視台目前已經各自使用四個頻道，為避免影響現有收視者權益，建議先規劃公視與教育台改善收視頻道以包括其目前涵蓋區後，才收回他們現有的頻道。

7.1 主要頻道之規劃

我國目前使用之電視發射站大約分為大功率與低功率兩類。台視、中視、華視與民視各別擁有兩個頻道，用於六個大功率發射站，構成全國廣播網。此外，Ch37 至 48 等 12 個頻道，目前主要由台視、中視及華視使用於改善收視不良(多為低功率發射站)。教育台與公視目前各別擁有四個頻道，未限定使用方式。電波分析結果顯示，欲構成全國廣播網，至少得有兩個頻道，此可稱為主要頻道。由於改善收視不良的頻道可多可少(視欲涵蓋範圍大小而定)，其功能與主要頻道不同，本研究建議每一電視台的全區主要頻道統一為兩個。而改善收視不良頻道為額外頻道，宜統籌規劃使用，才能達到頻譜最有效率的運用。主要頻道與改善收視不良頻道不論在 NTSC 或 DTV 均應分開規劃及使用。獲得主頻道之業者，並不必然可獲得額外之改善收視不良頻道。

7.2 未來新數位頻道可能來源

- a. 來自現有改善收視不良頻道。如果經整理後，發現不需使用所有頻道，或者並非所有頻道都在同一地區使用，則可能挪移部份作數位頻道。可能的情況包括：在甲地區如果只用到部份收視不良頻道，那麼在甲地區較小範圍內將其他收視不良頻道規劃為數位頻道。
- b. 來自目前尚未開放給無線電視使用之頻道。如果經整理後，發現有可

騰出之頻道給電視使用。

- c. 未來類比頻道收回後，可指配額外頻道作為 DTV 之用。

7.3 公視在台北地區之困難

公共電視由於無法在竹子山廣播，以至於在台北地區必須利用一個額外頻道去改善台北地區收視不良情形。

建議電信總局協調新聞局、台北市政府和各家商業電視台協助公共電視以及未來 DTV 電視台在竹子山廣播之問題，或者可趁此機會徹底制訂共構廣播鐵塔之議題，其優點如下：

1. 節省各台須投資之成本。
2. 節約公共電視台頻道之運用。
3. 美化國家公園瞻觀。
4. 集中規劃 DTV 廣播所需之資源。

將頻道指配和廣播站位置整體考量，才能達到最有效率頻道運用之理想。

：

7.4 DTV 頻道規劃之原則

無線電頻道為全民共享之有限資源，電信總局受人民託付將頻道作對人民福祉最有益之指配，獲得頻道配之機構僅獲得頻道之使用權並非擁有權，而電信總局在考量新科技、新服務或新需求時自得作頻道規劃指配方面之調整。

如第六章所述，原則上我們建議每一個現有電視台均應擁有一組數位頻道。然而在初期如果頻道不足時，自有意願之現有業者，以評選方式挑選若干家先行播放數位電視，其餘業者在第二波取得 DTV 頻道後才開播數位電視，這是在資源有限且也兼顧現實的 DTV 頻道指配建議方式。

第八章 結論

本計畫的目標主要在數位電視頻道指配。工作項目大約分為三類：(一) 策略項目：研究數位電視頻道使用原則，以達到有效利用頻譜資源及鼓勵數位電視在我國拓展的目標；(二) 系統項目：研究數位電視規格對數位電視頻道指配之影響；及(三) 電波涵蓋項目：利用數位電子地圖分析類比及數位電視的電波涵蓋，包括頻道間的干擾等項目。最後，在上述三項的綜合考量下，提出針對我國數位電視頻道指配的建議。

本規畫直接指配數位電視頻道給各電視台，一方面可作為試播頻道，一方面亦即為其長期之 DTV 頻道。換言之，並不針對試播頻道作臨時性規畫。這樣作法，符合經濟效益（試播台轉成正式播放台時不需再重新購買設備），也減少許多行政工作（釋出頻道給試播台後再收回），應是較佳的方案。

美國 ATSC 標準為 6MHz 頻寬且其開播時程最能配合我國需求。因此，我國數位地面電視廣播傳輸標準已於 87 年 3 月 24 日，在電信總局舉辦之「數位電視地面廣播傳輸標準」公聽會上獲得共識，一致贊同採用美國 ATSC 的 DTV 標準。這一提案亦獲得高畫質視訊工業推動小組、傳輸規範與標準專案委員會第十二次會議（87 年 4 月 23 日）通過。因此我們目前頻道指配的規格數據均採用美國 ATSC 的規格（詳見第一、二章）。

美、歐地區在數位電視發展上領先我國，除了制訂傳輸系統規格外，他們的政策與頻道指配方式也可供我們參考。因此，在這兩方面的規畫，我們參考美國的成果（第三章，第四章）。並參考我國現況加以調整，建議我國數位電視頻道使用原則及類比頻道收回後之使用原則如下（詳見第六章）：

1. 建議我國數位電視頻道指配與使用原則

- a. 每一現有電視台額外給予一組全區數位電視頻道（含兩個 6MHz 頻道），使能作全省數位電視廣播
- b. 電視台運用數位電視頻道之原則
 - (i) 要求至少提供一個免費的 SDTV 節目
 - (ii) 允許提供計費收視節目

(iii) 鼓勵提供多媒體資訊服務

(iv) 不包括需要特許的「電信」服務

2. 未來類比頻道收回後之可能使用建議

- a. 視當時「科技」與「市場」需要而決定
- b. 可能開放新的數位電視經營執照
- c. 可能開放競標，提供創新服務

上述 ATSC DTV 標準資料及 FCC 第五號、第六號命令均已提供給廣電處參考。

本研究最重要的工作是電波涵蓋分析（第五章）。首先介紹所使用的電子地圖，接著描述我們所使用的電波傳播模式及電腦軟體。我們以中視現有的塔台高度及天線場形作為模擬參數，分析類比電視與數位電視在全省六個主要發射台的涵蓋範圍。

模擬結果顯示數位電視可以達到現有 NTSC 電視的涵蓋範圍，甚至更大一些。在同、鄰頻干擾問題方面，由於數位電視廣播規劃之發射功率均較類比廣播約小 7dB，如能適當的指配頻率，而以現有的類比發射台站址進行分析，將不致產生同頻和鄰頻干擾。

綜合上述分析結果，並依目前電視台所使用和未來可用的電視頻道，我們草擬數位電視頻道指配的可能方案，並在五月五日邀請主管單位及相關電視業者座談，獲得許多寶貴意見（附錄二）。我們依據上述資訊，在未有其他可用頻道之前提下，試擬三個可能方案。

- (一) 由六個可用頻道組成三組數位頻道，用評選方式，自有意願之現有業者選出三家（組）優先經營數位頻道。
- (二) 自教育台與公視各抽出一個頻道，組成第四組數位頻道，仍自有意願之現有業者中選取四家（組）經營。
- (三) 第四組頻道來自教育台，第五組頻道來自公視，則可有五組數位頻道。如果任何兩家電視台可共用一組數位頻道，則所有現有電視台均可有數位頻道，否則仍先選取五家經營數位電視。

上述三個方案各有優缺點，請參閱第七章。

在單頻網規劃方面，日本方面認為他們的 COFDM 系統在構建大區域單頻網

有技術困難，短期內無法實現，且價格昂貴（見第一章）。由於我國數位電視規格採用美國 ATSC 系統，因此無須規劃單頻網路。其次，目前改善不良收視地區設置達近二百個轉播站台，並佔用 12 個頻道資源。未來應將各台改善收視之需求集體整合規畫，應能獲得頻道之較有效率運用。此外並應考慮用其他傳輸方式（包括：同軸電纜、微波、衛星等）來替代目前的改善收視方式，達到擴大涵蓋範圍之目標，並能節省寶貴的地面廣播電視頻道資源。。

參考文獻

- [1] ATSC, *ATSC Digital Television Standard*, Sept. 1995.
- [2] ETS 300 744, *Digital Broadcasting Systems for Television, Sound and Data Service: Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Terrestrial*, May 1996.
- [3] 數位廣播工程技術研討會，台北市科技大樓，Feb.10~11, 1998.
- [4] ATSC, *Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard*, Oct. 1995.
- [5] K.B. Benson and D. G. Fink, *HDTV: Advanced Television for the 1990s*, McGraw-Hill, 1991.
- [6] S. Prentiss, *HDTV*, 2nd Ed., TAB books, 1994.
- [7] K. R. Rao and J. J. Hwang, *Techniques and Standards for Image, Video, and Audio Coding*, Prentice Hall, 1996.
- [8] FCC, *Fight Report and Order*, April 21, 1997.
- [9] FCC, *Sixth Report and Order*, April 21, 1997.
- [10] 交通部電信總局電信研究所，「無線電視廣播電台保護比技術規範」，pp.5，1995.2.10。
- [11] Federal Communications Commission FCC 97-116，*Fifth Report and Order*，pp.55，Releases:April 21,1997。

附錄一 數位電視頻譜規畫座談會
邀請函及所附資料

附錄二 數位電視頻譜規畫座談會會議紀錄

鈞鑑：

一、敝校受 交通部電信總局委託進行「數位電視頻道譜規劃研究」，目前已有初步構想。特此奉上，就教於先進。敬請批評指正。

二、擬於五月五日上午九時三十分在濟南路電信總局六樓會議室舉行座談討論會，敬請光臨指教。期使電視頻道規劃能滿足多方面之需求，為我國數位電視廣播開啟良好之事業與營運前途。

三、煩請攜帶所附資料與會。

敬頌

鴻圖大展

電子系 杭學鳴

交通大學科管所 虞孝成 敬上

電信系 唐震寰

中央大學遙測中心 陳錕山

學 附件：數位電視頻道譜規劃研究成果摘要

副本：交通部電信總局廣電技術處

中華民國八十七年四月二十八日

聯絡人：交通大學電子系陳美富 電話：(03)5712121*54128

傳真：(03)5710580

交通部電信總局委託研究計畫

數位電視頻譜規畫研究

規畫成果摘要

(此摘要中各項附錄多從本報告正文
中擷取出，故予省略)

受委託機構：國立交通大學

計畫主持人：杭學鳴

協同主持人：唐震寰、虞孝成、陳錕山

研究期間：86.12.1 ~ 87.5.31

中華民國八十七年五月五日

一、 前言

國立交通大學受交通部電信總局委託研究我國數位電視頻譜規畫。本研究之目的在於模擬分析台灣地區地面電視頻率規畫之可能方案。以現有電視台發射站及轉播站之位置及塔台為規畫數位電視台發射站之基礎，進行同頻、鄰頻、類比、數位電波干擾分析、場強分析，並建議我國數位電視頻道指配方案及發展策略。

二、 背景

1. 我國數位地面電視廣播傳輸標準已於 87 年 3 月 24 日電信總局舉辦之「數位地面電視廣播傳輸標準」公聽會上獲得共識，一致贊同採用美國 ATSC 的 DTV 標準。這一提案亦獲得高畫質視訊工業推動小組、傳輸規範與標準專案委員會第十二次會議（87 年 4 月 23 日）通過。
2. 行政院相關部會所擬的數位電視推動時程為期望 90 年 12 月完成全區開播，95 年 1 月收回類比頻道（附錄一）。
3. 我國目前無線電視頻道使用情況如附錄二。
4. 美國 ATSC DTV 系統概述（省略）。

三、 頻道指配、使用與回收之原則

1. 參考美國 FCC Fifth Report and Order 及 Sixth Report and Order（省略）
2. 建議我國數位電視頻道指配與使用原則
 - a. 每一現有電視台額外給予一組全區數位電視頻道（含兩個 6MHz 頻道），使能作全省數位電視廣播
 - b. 電視台運用數位電視頻道之原則
 - (i) 至少提供一個免費的 SDTV 節目

- (ii) 允許提供計費收視節目
- (iii) 鼓勵提供多媒體資訊服務
- (iv) 不包括同意提供需要特許的「通訊」服務

3. 類比頻道收回後之可能使用建議

- a. 視當時「科技」與「市場」需要而決定
- b. 可能開放新的數位電視經營執照
- c. 可能開放競標，提供創新服務

四、 頻道指配與分析

我國共有四個商業電視台，包括台視、中視、華視和民視。另外還有二個公益電視台：教育電視台及公共電視台。

要為這六個電視台各找到一組數位電視頻道，總共需要十二個 6MHz 頻道。目前尚未指配之電視頻道只剩六個，要再出六個頻道作為數位電視之用恐有困難。所以本研究僅以五組數位電視頻道（十個 6MHz 頻道）作為規畫之假設。

1. 頻道指配建議

- a. 一組全區數位電視頻道包含兩個 6MHz 頻道
- b. 目前有三組未開放頻道可指配作為數位電視之用

第(1)組：(24,25)

第(2)組：(28,29)

第(3)組：(31,32)

- c. 第四及第五組數位頻道

甲案：第(4)組：(33,34)來自教育台

第(5)組：(50,51)來自公視

乙案：第(4)組：(33,34) 來自教育台

第(5)組：(35,36) 來自教育台

說明：教育電視台與公共電視台整合，則所有數位頻道均能

集中在 24 至 36 之間。教育與公視整合後之電視台仍舊保留目前公視之 50, 51, 52, 53 四個頻道，但亦會獲得一組額外頻道用來作為數位電視廣播之用。

- d. 每組頻道的前一頻道為 Group A，後一頻道為 Group B，亦即，

Group A：24,28,31,33,50 或 35

Group B：25,29,32,34,51 或 36

以六個主要發射站考量：

Group A 指配給北部台、南部台和花蓮台

Group B 指配給中部台、宜蘭台和台東台

(Group A 與 Group B 可對調站台位置)

2. 台灣地區電子地圖 (省略)。

3. 涵蓋區域分析之特性規格

電波場強及同、鄰頻干擾規格依照 FCC “Sixth Report and Order” (1997 年 4 月)，參考附錄三。

4. 涵蓋區域之分析

以中視現有天線位置、高度及天線場形作為模擬參數。模擬目標為探討在適當功率時，數位電視廣播可否達到與現有類比電視廣播相同的涵蓋區域？在此功率下，是否有同、鄰頻干擾發生？

分析結果顯示數位電視發射功率遠低於類比電視目前之發射功率時，由於數位電視之接收場強臨界值比類比電視低 14dB，所以仍可達到相似的涵蓋範圍。請參考以下之模擬分析結果。

本研究所採用的電波傳輸模式，使用軟體，所用中視天線場形，以及部份分析案例摘要敘述於附錄四。



圖 1 以中視六個現有發射站址，所預估之數位電視廣播有效涵蓋面積，這裡 $\alpha = 90\%$ 及 $E_{th} = 55 \text{ dBu/m}$

發射台名稱	標高/塔高度(m)	發射頻道
北部發射台	1040/30	186-192 MHz
中部發射台	330/30	192-198 MHz
南部發射台	360/30	186-192 MHz
宜蘭發射台	245/21	204-210 MHz
花蓮發射台	550/40	186-192 MHz
台東發射台	515/15	204-210 MHz

中國電視公司主要發射台名稱及塔高

	類比發射功率(ERP)	數位發射功率(ERP)	功率減少值(瓦)
北部台	443000	88390	354610
中部台	270000	54271	215729
南部台	318000	63449	254551
宜蘭台	32000	6384	25616
花蓮台	42600	8500	34100
台東台	11900	2374	9526

表一 中視發射台，類比有效發射功率(ERP)(W)與模擬數位發射功率(ERP)比較

	類比涵蓋面積(km ²)	數位涵蓋面積(km ²)	涵蓋面積增加率
北部台	2309.96	2325.4	0.66%
中部台	4464.64	4581	2.54%
南部台	5084.14	5124.3	0.78%
宜蘭台	1474.61	1511.5	2.44%
花蓮台	573.72	589.43	2.67%
台東台	610.31	633.64	3.68%

表二 中視發射台，類比信號與數位信號涵蓋面積預估值之比較（類比電視 Eth=55dBu/m, 數位電視 Eth=41dBu/m, $\alpha=90\%$ ）

五、 結語

1. 各電視台在目前之主要廣播站址，採用相近之發射高度和天線場形（未來數位電視廣播採購天線時，可特別予以規畫設計，當能達到更佳之涵蓋效果），將能達到不比現今類比電視廣播差之涵蓋效果。
2. 由於數位電視廣播所需之功率均較類比廣播約小 7dB，所以將不會產生同頻和鄰頻干擾。
3. 目前改善不良收視地區設置達近二百個轉播站台，並佔用 12 個頻道資源。未來應該將各台之改善收視需求集體整合規畫，方能獲得頻率之最有效運用。此外並應考慮用其他傳輸方式（包括：同軸電纜、微波、衛星等）來達到擴大涵蓋之目標。

數位電視頻譜規劃座談會會議紀錄（初稿）

一、日期：87年5月5日（星期二）上午九時三十分

二、地點：電信總局六樓會議室

三、主席：杭學鳴

記錄：盧延禎

四、出席人員：

行政院新聞局：孫光華

經濟部高畫質視訊發展推動小組：趙子宏、姚淳淳、蕭博文

交通部郵電司：姚秉忠、陳書銘

電信總局廣電處：許英明、謝德郎、卓賢凱、鄭詩泐、洪建安、
吳英俊、賈奕萍

中華電信研究所：葉哲勝、黃秀美

大同工學院：廖翔雄

台灣電視公司工程部：鍾勝富

中國電視公司工程部：連有進、吳柏林

中華電視公司工程部：張松淵、趙玉楷、彭俊雄

民間全民電視公司工程部：林哲男

中華民國公共電視：張鑑麟

國立交通大學：杭學鳴、虞孝成、唐震寰、李之軍、盧延禎

五、主席報告：

杭學鳴教授歡迎長官及各界專家與會，並希望大家提出建言，不吝指教。

六、交通大學報告：

杭教授簡要敘述此計畫的工作目標及成果。接著，唐震寰教授報告類比與數位電視電波涵蓋與干擾分析，主要結論為：

1. 各電視台在目前之主要廣播站址廣播 DTV 訊號，採用與如今相近之發射塔台高度和天線場形（未來數位電視廣播採購天線時，可特別予以規畫設計，當能達到更佳之涵蓋效果），將能達到不比現今類比電視廣播差之涵蓋效果。

2. 由於數位電視廣播所需之功率均較類比廣播約小 7dB，所以將不會產生同頻和鄰頻干擾。

(由於當天討論主要針對 DTV 頻道指配議題，因此本記錄中只節錄報告中頻道指配部份，其餘部份省略。)

● 頻道指配建議

- a. 一組全區數位電視頻道包含兩個 6MHz 頻道
- b. 目前有三組未開放頻道可指配作為數位電視之用

第(1)組：(24、25)

第(2)組：(28、29)

第(3)組：(31、32)

- c. 第四及第五組數位頻道可能來源如下：

甲案：第(4)組：(33、34)來自教育台

第(5)組：(50、51)來自公視

乙案：第(4)組：(33、34)來自教育台

第(5)組：(35、36)來自教育台

說明：如果第(4)組及第(5)組數位頻道運用目前教育台使用的 Ch 33、34、35、36，則所有數位頻道均能集中在 24 至 36 之間。教育與公視整合後之電視台仍舊保留目前公視之 50、51、52、53 四個頻道，但亦會獲得一組額外頻道用來作為數位電視廣播之用。

- d. 每組頻道的前一頻道為 Group A，後一頻道為 Group B，亦即，

Group A：24、28、31、33、50 或 35

Group B：25、29、32、34、51 或 36

以六個主要發射站考量：

Group A 指配給北部台、南部台和花蓮台

Group B 指配給中部台、宜蘭台和台東台

(Group A 與 Group B 可對調站台位置)

七、與會人員發言 (依發言序，數次發言者僅綜合記錄其發言要旨)

(一) 交通部郵電司姚科長秉忠：

- 我國數位地面電視傳輸標準規範已於一九九八年四月二十三日高畫質視訊傳輸標準專案委員會第十二次會議通過以美國 ATSC DTV 為我國標

準，接著要進行實驗電台測試，以及干擾分析。

- 華視同意率先對數位電視進行實驗，預計在一九九九年中試播。
- 原規劃公視 50、51 NTSC 類比頻道作為數位頻道，建議改為 50、52。
- 頻道 54、55、56、57 可用於固定、行動與廣播，目前由國防部使用，要向國防部爭取十分困難。改善不良之收視頻道，建議與本案並案研究使用之可行性。

(二) 行政院新聞局孫科長光華：

- 立法院第三屆第三會期第二十七次會議制訂公共電視法時，通過八項附帶決議，其中第五項明文：公共電視基金會應與空中大學商議設立獨立頻道，由公共電視台接受委託製作及播出空中大學節目。此點，請納入頻譜規劃時之參考。通過之公共電視法第五款附帶決議：空中大學教育節目交由公共電視台播送。

(三) 華視公司張經理松淵：

- 尚未就公共電視法第五款之規定向相關單位磋商。
- 全省六大發射站區域僅涵蓋全國 71.1%的人口，台灣西部至少還要多考慮三至四個改善收視之發射站台。

(四) 華視公司趙副理玉楷：

- 提出「數位電視頻譜規劃建言」，摘要如下：

建議頻譜分兩段兩組排列如下：

Group A：24 28 32 34 36 -----51 53 55 57

Group B：25 29 31 33 35 -----50 52 54 56

暫訂使用台：民 台 中 華 華 公 公 教
視 視 視 視 NTSC 視 NTSC 育

- 未來第一優先須改善收視不良的地區，有基隆、火炎山、湖口、南投、屏東赤牛嶺、綠島等六處。可使用 35、36、52、53、56、57 頻道。
- 數位電視頻譜規劃，希指定 33、34 兩頻道給華視，50、51 或 50、52 兩頻道給公視，若有鄰近頻道干擾問題較易克服。
- 若想要把教育電台的節目轉往公共電視廣播，晚上 5:00~12:00 的時段將

有困難。另外，教育電台的現狀為設備老舊有待更新，數位化的投資尚待教育部規劃。

- 改善收視不良頻道功能上有其存在的必要，對偏遠地區的觀眾有實質的需要，至少在民國九十五年以前無法動用，若捨棄改善收視不良頻道，使用衛星直播（DTH）現時成本太高。
- 教育部對教育電台未來發展的政策需要盡早確定，對 DTV 頻道的分配將有幫助。

（五）公視張副理鑑麟：

- 現今公視發射台分布北部問題最大，必須有三至四個頻道使用，才能達到滿意的涵蓋。台灣東部及離島可為單頻道，西部可為雙頻道。
- 希望國防部開放 ch54 以上頻道或使用收視不良頻道作為數位頻道。

（六）台視公司鍾副理勝富：

- 共同天線不要有相鄰頻道，收視不良區域也不要有相鄰頻道，否則採購設備上有困難。台灣西部要有四個主站，且火炎山有設主站的必要性。

（七）經濟部視訊推動小組姚副執行秘書淳淳：

- 七年前經濟部開始推動數位電視，很高興目前看到 DTV 頻率指配的進展。
- DTV 頻道分配最好針對現有頻道資源來考慮分配。
- 希望電視台與產業界能互相合作。

（八）中視公司連經理有進：

- 基隆、火炎山、集集大山、澎湖，及東部富里皆須設置發射站台希望能加入分析。
- 次級發射站的回授干擾須加以重視，且希望交大能對每一處發射站台數位訊號電波與類比訊號電波強度配置，提供模擬測試數據。

（九）交通大學杭教授學鳴：

- 參考美國數位電視測試結果，說明鄰頻頻道並不會造成干擾。

- 電波涵蓋分析所使用的參數,乃參考自美方文獻,所蒐集的資料將提供交通部廣電處備查。
- 數位電視推展時程不在討論之列。若實驗模擬與實際狀況的誤差在可容忍的範圍內,根據實驗模擬所做出的事先規劃仍應有決策參考價值。

(十) 交通大學唐教授震寰：

- 預測軟體雖尚未把大氣折射係數隨時間及高度變化的因素考慮進來,但其可靠度已達相當的程度。
- 八卦山與竹子山發射台由於地形的阻礙,兩電台的電波頻率可不用錯開。火炎山如要設發射台,該站之天線場型須仔細設計,方能避免與鄰近八卦山電台產生鄰頻干擾。
- 地形阻擋對 UHF 與 VHF 二頻段所造成的傳播損耗差異並不大。
- 交通部應對現行指配之數位頻道,提供相關鄰頻必要的資訊以供避免造成鄰頻干擾。

(十一) 交通大學虞教授孝成：

- 教育台節目藉由公共電視台廣播會發生時段抵觸的問題,可將大多數均為非現場教育台節目送上衛星藉由 DTH 直播,或由有線電視頭端接收後傳輸給用戶。
- 數位電視可能提供的資訊服務將是電視台的潛在商機,電視台不要因顧慮而遲緩了進入 DTV 市場的時機,以致錯失與數位 DTH 競爭的先機。

(十二) 交通大學虞孝成教授建議與會人士對報告中頻率指配甲案、乙案表達支持或反對的意見。

- 民視公司林經理哲男：甲案、乙案皆可。
- 華視趙副理：建議 35、36、50、51、52、53 由教育台與公共電視台整合應用。未來開播 DTV 時,才決定選擇其中那兩個頻道作為數位電視廣播之用。華視願意接受 Ch 33、34 作為其數位電視頻道,雖然與 35、36 有鄰頻干擾問題。
- 中視連經理：甲案、乙案皆可。
- 公視張副理：甲案、乙案皆不同意。公視頻道需為四選一,最好為五選一。

- 台視鍾副理：較偏向乙案。因為軍方頻道干擾性質未公開，將導致 DTV 頻道受到電波干擾的不確定性。
- 交大虞教授：目前結論可歸納為 Ch 33、34 移做數位電視使用，Ch 35、36、50、51、52、53 交由公視與教育台自行規劃運用。

(十三) 交通部廣電處許副處長英明

- 今年七月將會由中華電信配合進行干擾評估，希望交大方面為數位電視頻道進行的模擬規劃將與實際量測數據相近。
- 希望交大能為各電視台提供技術上的協助，且明確說明各個電視台所分配到的頻道。

八、主席結論（交通大學杭教授）：

今天我們花了三個多小時來討論我國數位電視頻道問題，非常謝謝大家提供寶貴意見，我們將進行整理，並包含在我們最後的研究報告中。

九、公視公司黃工程師金章會後書面補充意見：

一、數位電視頻譜規劃研究報告中有關頻道指配建議 C 項裡第四組及第五組數位頻道，甲案：第 (5) 組頻道(50,51)來自公視。

本會意見如下：

1. 本會於 79.7.27 經行政院以台七十九外字第 21307 號函「所報中華民國公共電視台設台計畫一案，同意設立，並照核覆事項辦理」，函覆同意設立在案。
2. 81.9.15 交通部交郵(81)字第 034482 號函同意公視台各轉播站 UHF 頻道重新配置表，如附件。
3. 本會十個轉播站，一個轉頻站至 86.2.14 止，發射機、變頻機系統設備均已安裝、測試完成，並經交通部核發電視無線電台執照在案。
4. 立法院於 86.5.31 通過公視法在案。
5. 若 50、51 兩頻道撥交數位頻道使用，則自使用日起公視即有六個發射站台停播。
6. 本會預定今年七月一日開播，未經法定程序不得停播。

綜前揭事實，甲案規劃實無可能實施。

另若採乙案，則教育台與公視需整合，惟依 86.6.16 立法院 (86) 台院議 2355 號函說明 (五) 所記：「公共電視基金會應與空中大學商議，設立獨立頻道，由公共電視台接受委託製作及播出空中大學節目。」其意並非將教育台與公視整合為一台。以教育台每天播出時數約 9.5 小時 (含晨間、午間及晚間 5:00 ~ 11:00 等三時段)，亦無可能整合於公視每日節目表中，故整合之假設亦不可行。

以上事實請慎重考量。在無具體解決方案前，請勿再議提撥公視頻道事。

二、本會迄今除金門轉播站外並未使用弱電場改善頻道，將來公視開播後必有弱電場改善之需要，請於改善收視不良地區頻道規劃中作妥適分配。

交通大學研究群座談會後回覆說明

- (一) 如果我國頻道 54、55、56、57 能夠支配作為數位電視廣播之用，將能夠讓教育台和公共電視各自獨立廣播 NTSC 節目，並能分享一對額外頻道作為數位電視廣播之用。而且在頻道較寬裕的情況之下，未來改善數位電視收視不良情況亦較容易。所以，若能爭取到頻道 54、55、56、57，則是推廣 DTV 之理想。(如果將這四個頻道與現有教育台頻道 33 至 36 互換，則頻道 24 至 36 形成數位電視頻帶，在頻譜使用上更為理想。)
本規畫研究假設除了目前尚未指配的六個頻道之外，近期內沒有其他的頻道可以用來作數位廣播之用。在頻道資源困難的狀況下做出來的規畫如果能夠符合干擾及涵蓋面積的要求，那麼將來當頻道更寬裕時，DTV 的廣播效果只會更佳。
在本研究的任務及時間限制之下，無法進行改善收視不良情況之分析研究。
- (二) 在頻道不足的情況下，本研究依循此附帶決議之構想，假設教育台與公共電視台整合，則教育台可以挪出頻道 33、34 作為其他商業電視台數位廣播之用。而整合後之教育 / 公視台，亦有六個頻道可用，其中包括兩頻道可以作為 DTV 之用。
- (三) 後續研究可以針對 DTV 改善收視進行整體規劃分析。
- (四) 如果 54、55、56、57 頻道可以為電視廣播運用的話，贊成華視之規劃。但如果無法順利取得，贊同華視利用 33、34 兩頻道作數位電視廣播。
- (五) 頻道愈多改善收視的效果愈佳。即使是美國也只是給予目前的各發射台一個額外的 6MHz 頻道，所以我國如果能夠給予各電視台一對 6MHz 頻道以涵蓋全省，應屬初期推廣 DTV 的合理環境。
- (六) 本研究採用之電腦模擬系統已經考慮了目前各電視台之主要發射站址。
- (七) 本研究確實僅以現有頻道資源進行規劃。
- (八) 未來後續研究可以針對各主要改善收視發射站進行分析。本研究之模擬分析結果已記錄於研究報告之中。
- (九) 請參考發言紀錄。
- (十) 請參考發言紀錄。
- (十一) 請參考發言紀錄。
- (十二) 教育與公共電視台整合後擁有 35、36、50、51、52、53 六個頻道。由於 FCC

將頻道 2 到頻道 51 規劃為 DTV 核心頻道，我國亦宜將數位頻道集中在連續頻譜上，所以建議不宜將 52、53 頻道優先考慮作為 DTV 之用。

(十三) 本研究雖僅只利用中視現有之發射站作為模擬 DTV 頻道及發射功率之研究。其結果與美國 DTV 文獻中報告者相同。由於其他各商業電視台之情況與中視極為相似，其模擬結果毫無疑問亦必與中視之模擬結果相同。其差異處僅在未來考慮改善收視時才有意義進行細部探討。

九、本研究針對目前可用之頻道資源進行無線電波涵蓋及干擾模擬分析，參考可能之電視台整合政策趨勢，純粹從無線電波傳播之技術分析考慮頻道指配之合理方案，提供主管機關和電視業者斟酌參考。

- 在本次座談會後之期末報告初稿報告審查會（五月二十一日）上，教育部社教司王佩瑛科長提出，教育台頻道為教育部所有，華視僅受委託代為製播節目。因此與教育頻道相關事宜應由教育部規劃辦理。空中大學陳定邦主任亦提出空中大學節目有數十萬學生收視，其權益應予重視。上述意見，我們都十分重視，也反映在我們期末報告的建議案中。