

有線電視系統原理

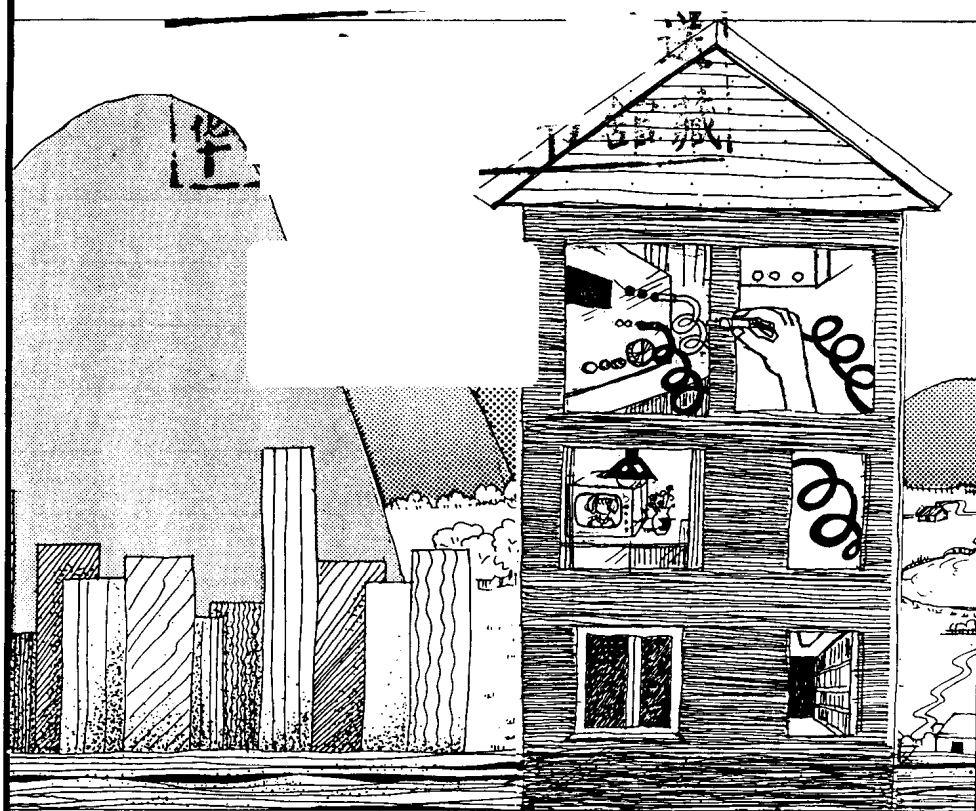
林國榮 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

有線電視系統原理

林國榮 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

有線電視系統原理

林國榮 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5071300 (總機)

郵撥帳號 / 0100836 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

定 價 新臺幣 210 元

二版 / 77年 5 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 022972

我們的宗旨：

**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本着這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

為保護您的眼睛，本公司特別
採用不反光的米色印書紙！！

序

言

本書針對有線電視的術語、設備、系統設計及將來的發展作入門性的介紹，另外對同軸電纜射頻輸送系統的基本特性作一般性質的描述。

一個完整定型的系統所引用的理論基礎並非一本書所能盡言；然而粗略的輪廓描述，有系統的介紹，使得讀者於追根究底之際，有其脈絡跡象可循。本書為一本描述許多科技結合一起的應用，不免要求讀者在相關理論知識方面有基本的觀念；諸如系統工程、通信理論、高等電子學以及微電腦應用工程等方面的知識都是必要的。在數學式子處理方面幾乎不涉及高深的運算或是複雜的方程式，祇不過是簡單加減乘除的組合而已。

為了幫助有志於從事有線電視系統工作者，或是想認識有線電視系統的初學者，書中對專用名詞的解釋特別仔細，對於引用的理論或推演過程都儘可能交待清楚。討論的主題避免採教條式的說法，而改以實際的問題作適當的闡明及發揮；讀者研習本書時將會有意想不到的收穫。

本書的內容包括同軸電纜傳輸系統（第一章）的介紹，不常在教科書上見到的雜音及失真（第三章）問題之研討，以及高頻反射及迴波（第五章）的問題。系統的規格及測試方法（第六章）是幫助工程人員進入情況的最佳材料。訊號處理（第七章），系統的保密作業（第八章）以及用戶端的換頻接收機（第九章）描繪出整個運作系統的基本輪廓。電纜系統設計（第十章）給實務作業者，如測試工程人員，一個具體的方案，幫助架設人員如何在架設系統初期規劃電纜網路。

有線電視系統涵蓋的頻率相當廣，除了要以電子學等理論為基礎外，更需大量藉助儀器的幫助才能將整個系統設計工作與實際作業完美的表現出來。測試工作是實務作業的基礎，不斷進行測試工作除增加自己的經驗，對理論基礎也會有更深一層的認識。

一個新工業的發展需要大量的人力參與，當這些人才竭其心力之時，又會

發展出另一個更新的工業。衛星接收機的蓬勃就是有了有線電視工業的發展基礎。因為有線電視工業的投資使得直播衛星計劃能提前實現，有了本書的基礎，再研讀衛星接收機知識，將可收事半功倍之效。

有線電視系統的資料大部份都屬於不公開的資料，各個系統都有其特點，依發展的單位或所屬公司不同，而有相當大的出入。因各研究單位視其本身的資料為機密，因此本書的資料來源取得相當不容易。在系統訊號保密作業的工作原理更被視為各家取勝的利器，作者以公餘之暇，積工作之經驗加上各廠家的內部資料，著手進行本書的編排與寫作，倉促之間，難免有無心之誤，尚請學者專家及工業界先進不吝指教。

最後要感謝全華書局陳本源先生的鼓勵，本書才得以問世。此外各崗位工作人員的同心協力，使本書得以順利發行，在此一併致謝。希望本書能帶給有志於有線電視工作者實質的幫助。

林 國 榮

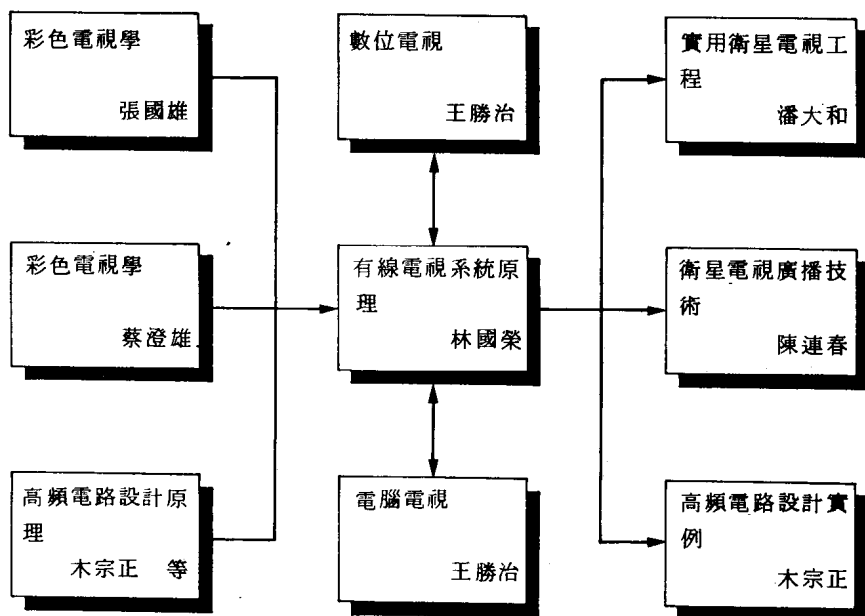
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在我們就將這本「有線電視系統原理」呈獻給您。有線電視是專為收視不良的偏遠地區所設立的系統，本書即專對有線電視系統原理及高頻運作方式做一前瞻性之探討，使讀者了解有線電視系統的工作原理及架設技術，並提高頻系統的知識領域。本書內容為放大器失真、頻率響應、測試方法、系統保密作業等，均是坊間難得一求的資料，同時必是從事電視及高頻工程人員最佳參考書籍。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習電視廣播方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流 程 圖



全華電視相關圖書

- 238 電視學
王國權編著
25K/355頁/178元
- 289 彩色電視學
蔡澄雄編著
25K/235頁/143元
- 312 最新實用彩色電視學
葉嘉生編著
25K/305頁/160元
- 394 CTV數位選台技術
何時慧編著
25K/238頁/220元
- 344 錄放影機原理與檢修
黃國興編著
25K/150頁/180元
- 839 數位電視
王勝治編著
20K/363頁/230元
- 894 電腦電視
王勝治編著
20K/384頁/260元

● 上列書籍為七十五年定價，爾後若有調整請以最新目錄為準。



0	引言	1
0.1	CATV 的定義	2
0.2	有線電視的發展概況	4
0.3	完整系統的建立	6
0.4	未來的發展	7
1	同軸電纜傳輸系統	9
1.1	寬頻帶傳輸系統	10
1.2	頻段的安排	10
1.3	用戶端接收機	14
2	基本的傳輸設備	17
2.1	放大器	18
2.2	交流電源供應器	25
2.3	電纜系統使用的被動元件	26
2.3-1	分配器	27
2.3-2	有向耦合端子	29
2.3-3	用戶接頭	31
2.3-4	連接端子及轉接頭	33
2.3-5	其他被動元件	34
2.4	結 論	34

3	雜音及互調失真	37
3.1	分貝等單位的介紹	38
3.2	系統內的雜音	44
3.3	互調失真	51
3.4	系統設計與運作時的雜音及互調失真	68
4	放大器的增益及系統的頻率響應	77
4.1	放大器的增益	78
4.2	自動增益控制	83
4.3	頻率響應	91
4.4	放大器的規格	96
5	反射及迴波	101
5.1	時間延遲	103
5.2	反射現象	104
6	系統規格及測試方法	117
6.1	訊號強度及雜音的測試	118
6.2	互調失真的測試	120
6.3	調變量的測量	123
6.4	迴射損失比的測量	125
6.5	其他的系統規格與測量	127
7	訊號的來源與處理	129
7.1	現場節目及放影設備節目的處理	130
7.2	UHF 及 VHF 訊號的接收及處理	133
7.3	微波訊號的傳送與處理	139
7.4	衛星節目的取得與處理	145
7.5	訊號源	149

8 系統的保密作業 153

- 8.1 編碼的方式 154
- 8.2 控制碼的傳送 163
- 8.3 接收機對控制訊號的響應 171

9 用戶接收機及換頻裝置 175

- 9.1 接收機的基本工作方塊 176
- 9.2 調諧電路的工作原理 177
- 9.3 FM訊號的輸送路徑 180
- 9.4 AM訊號處理路徑 183
- 9.5 雙向系統的接收電路 183
- 9.6 訊號處理電路 184
- 9.7 接收機的規格 187

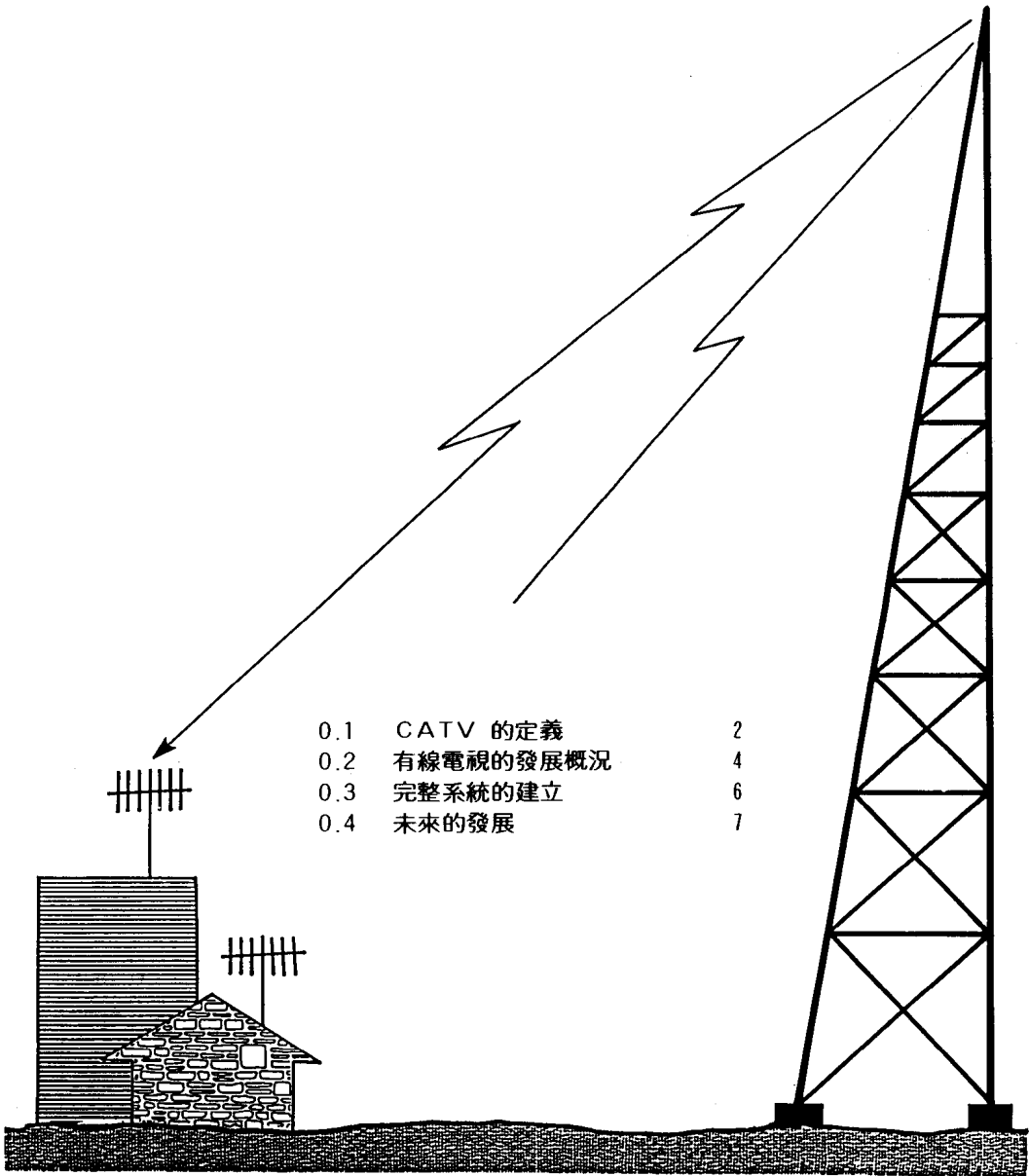
10 電纜系統設計 191

- 10.1 電纜系統設計的元素 192
- 10.2 系統架設的技術 197
- 10.3 生產線測試訊號的架設 202
- 10.4 實際用戶系統的設計 208

附錄：常用圖表 213

- 附錄 1 圖表用法的規則 214
- 附錄 2 功率對 dB 圖表的應用 214
- 附錄 3 相關的圖表 217

引言 0



科技的發展使得社會的形態起了相當大的變化。電力的普及改變了人們的生活方式，電話的發明，通訊設備的發展更使人們對生活有著不同的價值觀念。今日電腦科學的昌明，其影響不祇是在經濟、工業、科技或教育方面，它對政治、文化、人文、社會科學之影響更不待贅言。當電腦科技與通訊技術相結合時所產生的震撼更常被今日的工程科技人員當成話題。

一個成功的科技本身都會產生一股相當的動力，首當其衝的是經濟結構或形態的改變，如電力輸配、電話系統對經濟的影響。除了經濟外，一個新的科技也會對文化或人文科學產生某種形式的衝擊，如電腦科學使人們幾乎改變了他們的生活形態，至少人們也不斷的調整其生活步調以適應此一新的科技。

自二十世紀初發明電視以來，無可置疑的它已經深入每個人的生活中。電視廣播也不斷的被人們或政府當成一種有利的工具，如政府利用它作為政令宣導，提昇國民的文化層次或利用來增加大眾的知識等等，教育家利用它作為傳播知識的橋樑。商業、工業及文化界人士對它的倚重是有目共睹的事實。電視廣播隨著科技的發展其傳送的方式也有了新的面貌。利用原有的電力輸配及電話線路架設技術來傳播電視訊息是本書討論的主題，此新科技的成長也帶動了許多新的通訊技術並助長了電腦通訊的發展。

0.1 CATV的定義

基本上 CATV 是利用傳輸線在社區或一特定的區域內傳送電視訊號。“CATV”這四個字母原本為 community antenna television service 的縮寫，其意義是社區天線電視系統，但一般上，現在討論到 CATV 者都以其為 cable television 的縮寫，意即電纜電視，而我們則常稱它為有線電視。

實用的無線電傳播起於1901年，其頻率也不過在100KHz左右，而傳播距離大約為幾百或幾千哩之譜。VHF與UHF電視廣播的頻帶各在30至300MHz及300到3000MHz，而其傳輸距離因頻率的增加而減少，大抵約為視線所能及的範圍。以VHF頻帶而言，服務的範圍約是75哩，而UHF電視台的服務範圍則祇有25至35哩。

廣播(broadcasting)一詞意指由各個方向送出訊息，如圖0.1，電視廣播輸送天線所輻射出的無線電波能被接收天線收到。輻射的電磁波是由被欲送出的訊息所調制的兩個射頻(radio frequency, RF)訊號所組成。其中，調幅(amplitude modulation, AM)用於畫面或視頻訊號，而調頻(fre-

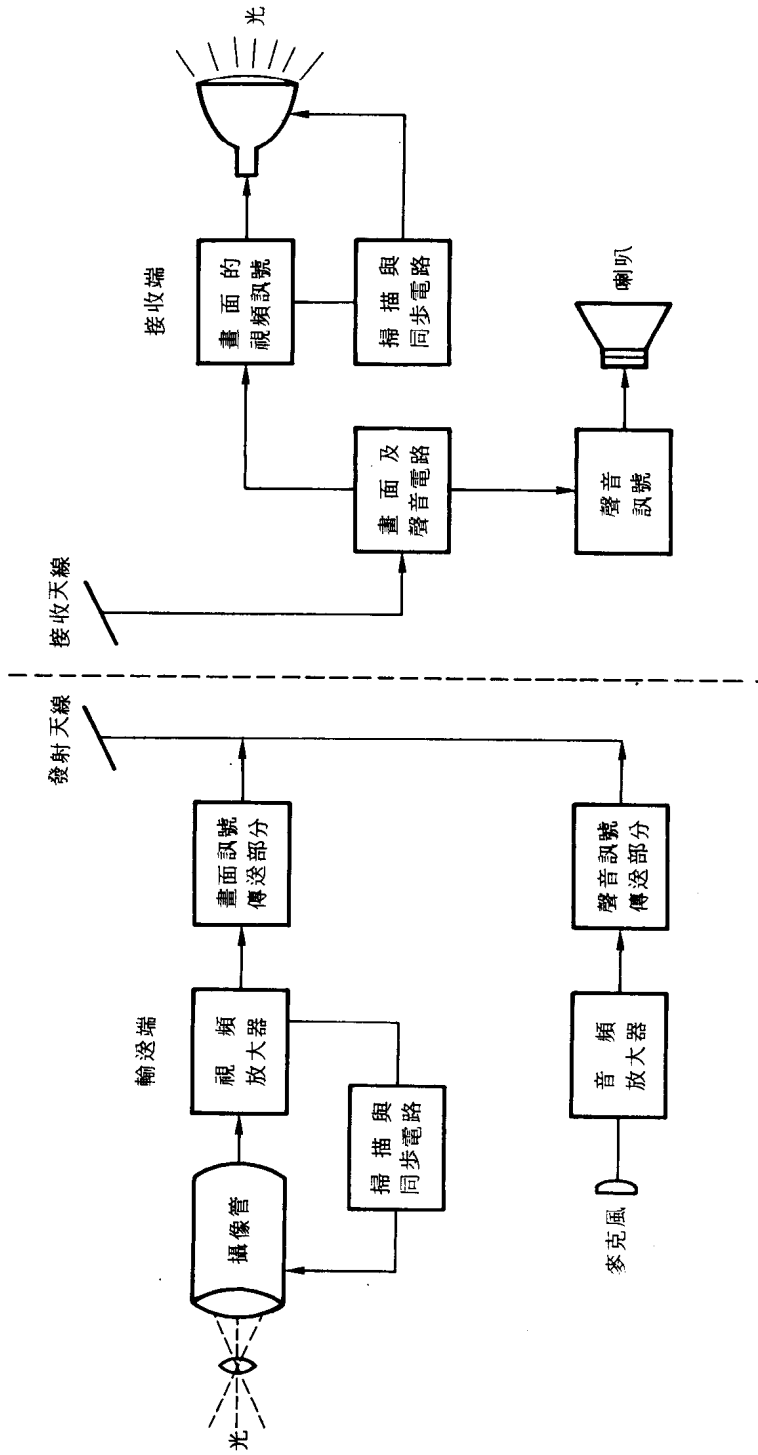


圖 0.1 電視廣播系統之方塊圖

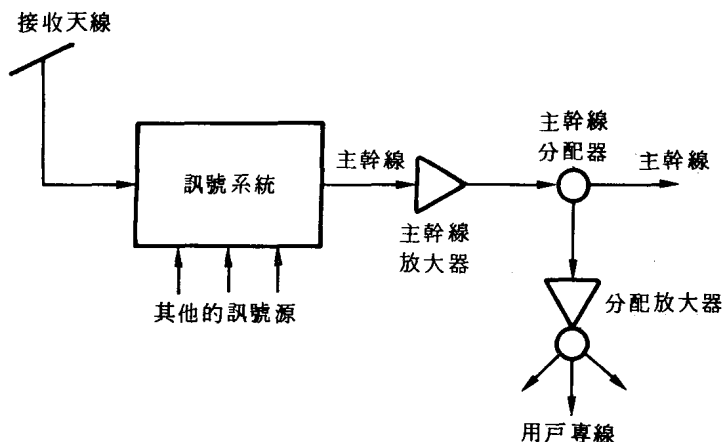


圖 0.2 有線電視系統的方塊圖

quency modulation, FM) 用於聲音或音頻訊號。

如前段所述，VHF 及 UHF 頻帶的傳送距離不遠，約為 25 至 35 哩左右，而且此類頻帶的波長不長，所以電波很容易受金屬結構的物質所反射，如橋樑、鋼筋建築物或是天空中的飛機。導致接收端很容易收到由不同路徑進來的直接訊號或反射訊號，而在畫面上產生所謂鬼影 (ghosts) 的重複影像。

在許多情況下利用電纜傳送畫面訊號，如類似電話線的同軸電纜，可能是解決鬼影或弱訊號的一種優良方法，這就是 CATV 為什麼稱為有線電視。有線電視系統是利用同軸電纜 (coaxial cable) 網路提供電視廣播之服務。使用同軸電纜的原因是因它的屏蔽能避免撿拾到外來或不同電纜間的額外訊號。電纜本身必須能載到 1mV 以上的強畫面訊號才不致使電視出現雪花面或鬼影。

有線電視或電纜電視的出現是為了改善兩種不同地區的收視情況。一為偏遠地區的弱收視情形或山谷間訊號受阻隔而無法被清晰的接收到；另一為大城市內高樓產生的複路徑的反射。有線電視除了解決這兩樣問題外，它也能提供更多的頻道供人觀賞。圖 0.2 的方塊圖說明了有線電視系統的主要組成部分。

0.2 有線電視的發展概況

最早的有線電視系統是為了解決某些地區無線電視收視不良或因傳輸距離太遠或地形的限制所設立。時值西元 1948 年，此時最主要的有線電視系統公司為美國的 Jerrold 電子公司。Jerrold 後來被通用器材 (General Instrument) 公司所收買成為該公司的一子公司。技術上是利用一很大的垂直天線列

(antenna array)，形狀如同常見到的 VHF 天線，種在山丘或高塔上接收廣播電視台所送出的訊號，這些訊號再經由分配系統送至社區內的用戶端。

到了1952年幾乎有70家像這樣的有線電視系統公司服務14000戶的有線電視使用者。早期的系統中，每條電纜大約祇載有3到5個頻道，或最多為12個頻道，而且在大部分的情況祇播放商業電視台的節目，所以軟體上並無太大的變化。雖然此時的系統硬體及電纜網路離開理想尚有一段距離，而且由空中接收到的畫面品質亦不甚優良，何況還要經過訊號系統處理再經電纜網路送至用戶家中。但用戶的有線電視接收機似乎很能容忍這些缺點，接受這些瑕疵。換言之，這種商業行為的冒險性不高，失敗率相當低。事實證明，截至目前這種事業幾乎不會失敗過。利潤高，冒險性低的事業會鼓勵投資意願，促進技術層次的提昇。付費頻道 (pay channel) 或節目以及目前流行的保密頻道 (scrambled channel) 及地址化有線電視接收機 (addressable converter) 都是在這種情況下逐漸形成另一種新的事業。

早期的系統或是今日所建立的許多系統都是由一點出發將電視訊號送至許多點。所謂的一點，一般稱為訊號源或訊號系統，在工程名詞上稱為“head end”即源頭之義。許多點是指訂戶 (subscriber)，用戶 (user) 或終端設備 (terminal)，本書為了口語話將採用戶、有線電視接收機或簡稱接收機來說明訂戶端的設備。這種技術與電力輸配網路相當類似，基本上是一點至多點的單向星狀網路 (star-like network)，不像電話網路為多點至多點的雙向傳輸網路，而且還要經過交換機處理。邏輯上而言，此種簡單的有線電視網路之方塊圖與圖0.2所示的方塊圖並無兩樣。

顯然有線電視系統必須付出一筆相當可觀的設備費用及往後的龐大維護費用，是故此類費用必須轉嫁在用戶上，因此有線電視的用戶，如電話用戶一樣，在初期必須付一筆裝機費，以後再繳月租或年租費。但稍具配線常識的觀賞者可以輕易的由主電纜幹線拉出分支電纜免費欣賞有線電視公司所提供的節目；因此電視公司為了保護自己的權益，特別設計了某種技巧性的控制電路來防衛這一類的損失。保密頻道就是將送出的畫面訊號先打散後再送至用戶端，而用戶端必須擁有一合法的解密 (descrambling) 設備。這種設備稱為黑箱 (box)，它將打散的訊號重新作組合復原為原來的訊號。有線電視公司為了掌握用戶端的繳費及收視情況，特別利用某一大容量以上的電腦當成整個有線電視系統的控制中心，針對各個用戶作一般的服務及立即有效的處理業務。為