

數碼地面電視技術測試報告

數碼地面電視督導委員會

二零零零年四月十九日

鳴謝

下列組織及公司在香港數碼地面電視技術測試的不同階段中給予鼎力支持，並提供寶貴協助。數碼地面督導委員會謹此致謝。

日本放送協會
日本數碼廣播專家小組 (Di-BEG)
亞洲電視有限公司
東芝集團
信興 JVC 有限公司
香港日航酒店
香港房屋委員會
高級電視系統委員會
祥興電子電器工程有限公司
新力集團產品亞洲公司
萬海通工程有限公司
電視廣播有限公司
數碼視像廣播工程辦公室
Continental Microwave Limited
Harris Corporation
Hirschmann Reheinmetall Elektronik
ITIS (Innovation Telecommunication Image On)
NDS Asia Pacific Ltd.
Philips Digital Video Systems
Zenith Electronics Corporation

目 錄

行政摘要.....	4
引言.....	6
技術測試的目標.....	8
技術測試的細節.....	8
結果與討論.....	10
實地測試.....	11
<i>DTT</i> 訊號的固定接收.....	11
<i>DTT</i> 訊號的流動接收.....	14
<i>DTT</i> 訊號的室內接收.....	20
接收情況的改善.....	21
潮汐衰減的測量.....	22
單頻網絡(<i>SFN</i>)運作的測量.....	22
經由 <i>IBCCDS</i> 接收的測量.....	23
實驗室測試.....	25
保護比的測量.....	25
編碼／解碼總計延遲的測量.....	30
進一步研究.....	31
總結.....	31
參考資料.....	33
常用名詞對照表.....	34

行政摘要

鑑於數碼廣播技術的發展及此技術可為香港的電視廣播帶來益處，香港特區政府、亞洲電視有限公司(亞視)和電視廣播有限公司(無線)同意合作在香港進行數碼地面電視(DTT)的技術測試。測試目的在於評估 3 種現有的 DTT 制式，即高級電視系統委員會(ATSC)制式、數碼視頻廣播-地面(DVB-T)制式和綜合業務數碼廣播-地面(ISDB-T)制式，在香港環境下的表現。

2. 這次技術測試包括實地測試和實驗室測試兩部分。實地測試旨在比較香港現時採用的 PAL-I 系統與 3 個 DTT 系統在不同接收情況下的效能，而實驗室測試則量度在建立 DTT 系統時所需的保護比。為求取得更有意義的測試結果供日後分析，在技術許可的情況下，3 個 DTT 系統的測試均盡量使用類似的儀器、調制模式和測試條件來進行相同的測試項目，以評估其表現及效能。技術測試在一九九九年五月至十一月期間進行，測試的主要結果概述於下文各段。

3. **改善接收情況** — 全部 3 個 DTT 系統的效能均大大優於現有的 PAL-I 系統，畫質和音質較為穩定，接收亦較理想。實地測試的結果顯示，3 個 DTT 系統均可改善現時 PAL-I 電視系統接收不佳的問題，亦能以低於現時 PAL-I 電視系統所用的發射功率，提供相若的覆蓋。

4. **支援標準解像電視(SDTV)和高解像電視(HDTV)模式** — 3 個 DTT 系統均能在不同的接收條件下支援 SDTV 和 HDTV 模式，其中包括固定和室內地點以及透過大廈內同軸電纜系統(IBCCDS)接收。

5. **支援流動接收** — 在空曠地方，ISDB-T 和 DVB-T 的流動接收效果良好。由於 ATSC 制式並非為流動接收而設，而在進行測試時市面上亦無相關的流動接收設備供應，因此本項目並未包括 ATSC 系統的測試。

6. **DTT 訊號與 PAL-I 訊號的兼容性** — 在固定室外地點、IBCCDS 的系統輸入端和電視輸出點進行的實地量度，均顯示 DTT 訊號並未對鄰近的 PAL-I 訊號的接收造成影響。測試結果顯示 DTT 訊號大致上與 PAL-I 電視傳送網絡兼容，但如透過某些 IBCCDS 分送訊號，可能有需要進行適當的調校。

7. **支援單頻網絡(SFN)運作** — ISDB-T 和 DVB-T 均支援單頻網絡(SFN)運作。由於 ATSC 並不支援 SFN 運作，而在進行測試時市面上亦無相關的 SFN 設備供應，因此本項目並無包括 ATSC 的測試。

8. **潮汐衰減的影響** — 全部 3 個 DTT 系統均受潮汐衰減影響，情況與 PAL-I 傳送相若。在接收 DTT 訊號時，因應其突然衰減的特性，必須採取預防措施，適當地調校接收系統。

9. **保護比和編碼／解碼總計延遲** — 3 個 DTT 系統的同頻道干擾、相鄰頻道干擾和鏡像頻道干擾保護比均已量度，而 ISDB-T 和 DVB-T 系統的編碼／解碼總計延遲亦已量度，全部結果均與有關標準所載的數值相符。

引言

數碼地面電視(DTT)技術在全球各地正快速發展。這項技術能為電視廣播服務提供更多頻道，同時能提升電視廣播的畫質及提供更多先進的功能。目前共有 3 種 DTT 制式，包括美國高級電視系統委員會(ATSC)制式、歐洲數碼視頻廣播-地面(DVB-T)制式和日本綜合業務數碼廣播-地面(ISDB-T)制式。

2. 美國聯邦通訊局在一九九六年十二月採納 ATSC 制式為美國的 DTT 標準。DTT 服務於一九九八年十一月推出至今，在差不多 120 個美國城市內，有超過 50% 人口已可接收此服務[1]。同時，阿根廷、加拿大、南韓和台灣均已宣布採納 ATSC 制式為其 DTT 標準。ATSC 制式採用殘餘邊帶(VSB)調制技術來支援標準解像電視(SDTV)模式和高解像電視(HDTV)模式，傳送高質素視象、聲音和其他數據服務[2]。

3. DVB-T 制式在一九九七年二月獲歐洲電訊標準協會採納。該制式可支援 SDTV 和 HDTV 模式，以正交頻分多路覆用(OFDM)技術為基礎，為接收系統提供多徑抗擾能力，因此可支援流動接收和單頻網絡(SFN)運作等功能。DVB-T 制式在調制方式和載波數目方面提供多項不同選擇。這項制式可以使用四相移相鍵控(QPSK)和正交振幅調制(QAM)技術，以提供不同的比特率選擇。例如，QPSK 調制抵禦不同衰減情況的能力較高，但所能提供的比特率較低；而 QAM 能提供較高的比特率，但穩定性卻較低。在載波數目方面，DVB-T 制式亦容許選用適合有限發射功率小型單頻網絡的 2k 載波模式，或選用適合大型單頻網絡的 8k 載波模式[3]。除歐洲聯盟成員國外，其他國家，例如澳洲、印度、新西蘭和新加坡均已採用 DVB-T 為其 DTT 標準。

4. ISDB-T 制式由日本無線電業務和商貿協會(ARIB)開發，並已取得日本郵政省的批准，在一九九七年十一月首次公開示範[4]。ISDB-T 可支援 SDTV 和 HDTV 模式，以 OFDM 技術為基礎，用以改善穩定性，抗禦多徑衰減。ISDB-T 制式支援不同調制方式，如 QPSK、差分四相移相鍵控(DQPSK)、16-QAM 和 64-QAM，並同樣支援流動接收和 SFN 運作[5]。

5. 在香港進行相關的測試，並取得有關技術在香港環境應用的實際經驗，對本港的廣播業甚有裨益，既可促進數碼廣播技術在香港

的發展，亦可鼓勵業界提供多元化的服務。為此，香港特區政府、亞洲電視有限公司(亞視)和電視廣播有限公司(無線)同意合作進行 DTT 技術測試，以在香港評估 3 種 DTT 制式(即 ATSC、DVB-T 和 ISDB-T)的效能。

6. 為督導 DTT 技術測試的各項安排，資訊科技及廣播局(資訊局)、亞視、無線、電訊管理局(電訊局)和影視及娛樂事務管理處(影視處)分別派出代表，組成數碼地面電視督導委員會。該委員會下設由電訊局統籌的技術分組，負責協調和監察技術測試。

7. 本技術測試在一九九九年五月至十一月期間進行。有關測試報告分別載於附錄 1、2 和 3。本報告旨在概述技術測試的結果，並陳述有關 3 種 DTT 制式在香港環境下運作的效果。

技術測試的目標

8. 技術測試的整體目標是評估 3 種 DTT 制式在香港環境下的表現。測試範圍如下：—

- (i) DTT 訊號的傳播特性和覆蓋範圍；
- (ii) 大廈內同軸電纜系統 (IBCCDS) 傳送 DTT 訊號的能力和 DTT 訊號與現有的模擬電視設備及麗音 (NICAM) 服務的兼容程度；
- (iii) 對單頻網絡運作的支援；
- (iv) 與現有模擬電視訊號的兼容程度，並測試在同頻道、相鄰頻道和鏡像頻道運作時的表現；
- (v) 畫面及聲音質量；及
- (vi) 編碼／解碼總計延遲的影響。

技術測試的細節

9. 技術測試分別測試了 3 個 DTT 系統的效能，而各個測試的詳情分別載於 附錄 1、2 和 3。本測試在下列期間分三個階段進行：

ISDB-T 的技術測試	一九九九年五月至六月
DVB-T 的技術測試	一九九九年八月至九月
ATSC 的技術測試	一九九九年十一月

10. 在各個階段中，每個 DTT 系統的表現均以相同的測試項目評估。為求取得更有意義的測試結果供日後分析，在技術許可的情況下，各個測試項目均盡量以類似的儀器、調制模式和測試條件下進行。

11. 有關 DTT 系統的評估分為實地測試和實驗室測試兩部分。實地測試旨在測試 3 個 DTT 系統在香港的不同接收環境時的表現，包括固定接收、室內接收和流動接收。測試亦包括各 DTT 系統較現有 PAL-I 電視系統的改善程度。實驗室測試則集中評估 3 個 DTT 系統在不同干擾情況下的表現，測試所得的保護比數值將用以驗證有關標準所載的數值。

12. 在 3 個 DTT 系統的實地測試中，共設立兩個 DTT 發射站，即主發射站和次發射站，以供實地測量並評估單頻網絡(SFN)運作的能力。發射站的安排如下：

主發射站

地點：慈雲山

最高有效輻射功率(ERP)：100 瓦(註)

次發射站

地點：西灣山

最高 ERP：10 瓦

傳送測試訊號的頻道：頻道 32(558-566 兆赫)

覆蓋地區：

- 香港島北部；
- 九龍東；
- 九龍中；及
- 九龍西。

註： 在一般情況下，主發射站的發射功率均為 100 瓦。但在某些測試情況下主發射站的發射功率曾提升至 1 千瓦，以試驗增加發射功率對接收情況的影響。

圖 1 實地測試的配置



13. 慈雲山亦設有一台在頻道 32 操作的模擬制式 (PAL-I) 發射站，以作參考。有關測試配置和測量程序的詳情，請參閱 附錄 1、2 和 3。

14. 3 個 DTT 系統的實驗室測試於設在電視城內的無線傳送實驗室進行。測試配置和測量程序詳情載於 附錄 1、2 和 3。

15. 因未有合適的測試系統和設備供應，加上時間和資源所限，技術測試只集中評估 3 個標準的 DTT 系統，而未有測試這 3 個 DTT 系統的其他新增的版本。

結果與討論

16. 在技術測試中 3 個 DTT 系統的測試結果分別載於相關的中期測試報告內。下文各段概述在技術測試中 3 個 DTT 系統在各測試部分的結果，並述及 3 個 DTT 系統與現有的模擬電視系統在效能方面的比較。有關下列各個測試項目的詳細結果，請參閱載於 附錄 1、2 和 3 的 ISDB-T、DVB-T 和 ATSC 測試報告。

實地測試

17. 實地測試旨在試驗 3 個 DTT 系統在不同接收情況下的表現，包括固定地點、流動環境、室內地點、透過大廈內同軸電纜系統 (IBCCDS) 接收和在單頻網絡 (SFN) 運作下接收。其結果陳述於下文各段。

DTT 訊號的固定接收

18. 有關 3 個 DTT 系統固定接收的量度工作，如圖 2 所示於香港島和九龍半島市區的多處地點進行。測試點的地理分佈相當於目前用於模擬電視網絡的慈雲山 1 萬瓦發射站的覆蓋範圍。

圖 2 固定接收量度點



19. 為試驗 DTT 系統在不同接收條件下的表現，量度點按以下分類選取：－

- i) 路邊(發射站在視線範圍內)量度；
- ii) 路邊(發射站被大廈或山勢遮擋)量度；及
- iii) 天台(發射站被大廈遮擋)量度。

ISDB-T

20. ISDB-T 的實地測試在 19 個不同地點進行，並使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式。結果顯示 ISDB-T 於各量度點支援 SDTV 和 HDTV 模式時，其接收到的畫質和音質均達到國際電信聯盟無線電通信部門(ITU-R)評級[6]第 5 級的優良質素。測試結果概述如下：－

	ISDB-T 的固定接收	錄得的場強 ／訊號水平	支援 SDTV 時的 臨界值界限
a.	路邊(發射站在視線範圍內)量度	64 至 93 分貝微伏／米	17 至 46 分貝
b.	路邊(發射站被大廈或山勢遮擋)量度	62 至 77.5 分貝微伏／米	11 至 48.8 分貝
c.	天台(發射站被大廈遮擋)量度	46.1 至 61.5 分貝微伏	12 至 33 分貝

DVB-T

21. DVB-T 的實地測試在 21 個不同地點進行，並使用 64-QAM 調制及 2K 載波模式。結果顯示 DVB-T 於各量度點支援 SDTV 和 HDTV 模式時，其接收到的畫質和音質均達到第 5 級的優良質素。測試結果概述如下：－

	DVB-T 的固定接收	錄得的場強 ／訊號水平	支援 SDTV 時的 臨界值界限
a.	路邊(發射站在視線範圍內)量度	65 至 88 分貝微伏／米	27 至 52 分貝
b.	路邊(發射站被大廈或山勢遮擋)量度	53 至 74.3 分貝微伏／米	7 至 35 分貝
c.	天台(發射站被大廈遮擋)量度	38.5 至 44 分貝微伏	19 至 32 分貝

ATSC

22. ATSC 的實地測試在 18 個不同地點進行，並使用 8-VSB 調制模式。結果顯示 ATSC 於各量度點支援 SDTV 和 HDTV 模式時，其接收到的畫質和音質均達到第 5 級的優良質素。測試結果概述如下：—

	ATSC 的固定接收	錄得的場強 ／訊號水平	支援 SDTV 時的 臨界值界限
a.	路邊(發射站在視線範圍內)量度	68 至 88 分貝微伏／米	33 至 53 分貝
b.	路邊(發射站被大廈或山勢遮擋) 量度	56 至 76 分貝微伏／米	21 至 40 分貝
c.	天台(發射站被大廈遮擋)量度	33.6 至 37.2 分貝微伏	18 至 22 分貝

觀察所得

23. 全部 3 個 DTT 系統大致上都能提供令人滿意的接收效果，而所接收的畫質和音質不論在 SDTV 或 HDTV 模式下均屬優良。在全部量度點所接收到的 3 個 DTT 系統的訊號強度均足以維持優良接收質素。同時，各 DTT 系統於各量度點上的臨界值界限的數值均已錄得，方法為以人手調減所接收到的 DTT 訊號，直至 SDTV 模式的接收畫質下降至不能接受為止。測試顯示全部 3 個 DTT 系統均可提供滿意的臨界值界限，加強了接收 DTT 訊號的穩定性。

24. 測試亦顯示，在技術測試進行期間，並未對鄰近的模擬電視頻道的接收造成任何影響，亦未有接獲市民投訴。

DTT 訊號的流動接收

25. DTT 訊號的流動接收能力是以接收 DTT 訊號的成功率來衡量。量度時使用一輛測量車以低於香港一般路面安全車速每小時 70 公里的速度行駛，沿途記錄在接收 DTT 訊號時，電視畫面達到令人滿意的累計時間。再把此數值除以進行測試的總計時間，即得出所需的成功率。流動接收測試在以下路線進行：－

- i) 觀塘繞道(麗港城至九龍灣)；
- ii) 鑽石山線(蒲崗村道經斧山道至龍翔道)；
- iii) 黃埔花園線(黃埔花園內多條街道)；及
- iv) 東區走廊(太古城至銅鑼灣)。

ISDB-T

26. ISDB-T 的流動接收在使用 16-QAM 和 DQPSK 調制及 2k 載波模式下進行。16-QAM 和 DQPSK 調制模式在支援 SFN 及不支援 SFN 運作時的測試結果分別載於圖 3、4、5 和 6。

DVB-T

27. DVB-T 的流動接收在使用 16-QAM 和 QPSK 調制及 2k 載波模式下進行。16-QAM 和 QPSK 調制模式在支援 SFN 及不支援 SFN 運作時的測試結果分別載於圖 7、8、9 和 10。

ATSC

28. 由於 ATSC 制式並不支援流動接收，而在進行測試時市面上亦無相關的流動接收設備供應，所以本項目並無包括 ATSC 的測試。

觀察所得

29. 是次測試對 ISDB-T 和 DVB-T 的流動接收功能作出試驗。在所有的測試路線中，模擬電視訊號的接收皆不穩定，畫面亦受嚴重的雜訊干擾。ISDB-T 及 DVB-T 系統的訊號接收則較佳，於鑽石山線和東區走廊線上的測試一直能接收到令人滿意的畫質。然而，於觀塘繞道線和黃埔花園線上的測試可能受鄰近的高樓大廈遮擋，間中不能接收到 ISDB-T 和 DVB-T 的訊號。同時，測試顯示 DVB-T 訊

號的流動接收成功率視乎接收機的設計而定。在是次測試中，由兩家不同製造商生產的接收機分別取得不同的結果。

30. 使用 DQPSK 調制的 ISDB-T 訊號和使用 QPSK 調制的 DVB-T 訊號於黃埔花園線的平均成功率介乎 4.5% 至 36.4% 之間，流動接收的效果欠佳。接收不佳可能是由於此路線距離發射站較遠，而該區又高樓大廈林立，因而令接收更加困難。

31. 流動接收測試的另一項發現是 QPSK / DQPSK 調制方式的效能相對較 16-QAM 調制方式優勝。例如，在不支援 SFN 運作的情況下，使用 DQPSK 調制的 ISDB-T 訊號於觀塘繞道線的平均成功率達 97.2%，而使用 16-QAM 時的平均成功率則只有 28.6%。

圖 3 ISDB-T 的流動接收(使用 16-QAM 調制及不支援 SFN)



圖 4 ISDB-T 的流動接收(使用 DQPSK 調制及不支援 SFN)



成功率

- 0 - 25%
- 25 - 50%
- 50 - 75%
- 75 - 100%

圖 5 ISDB-T 的流動接收(使用 16-QAM 調制及支援 SFN)

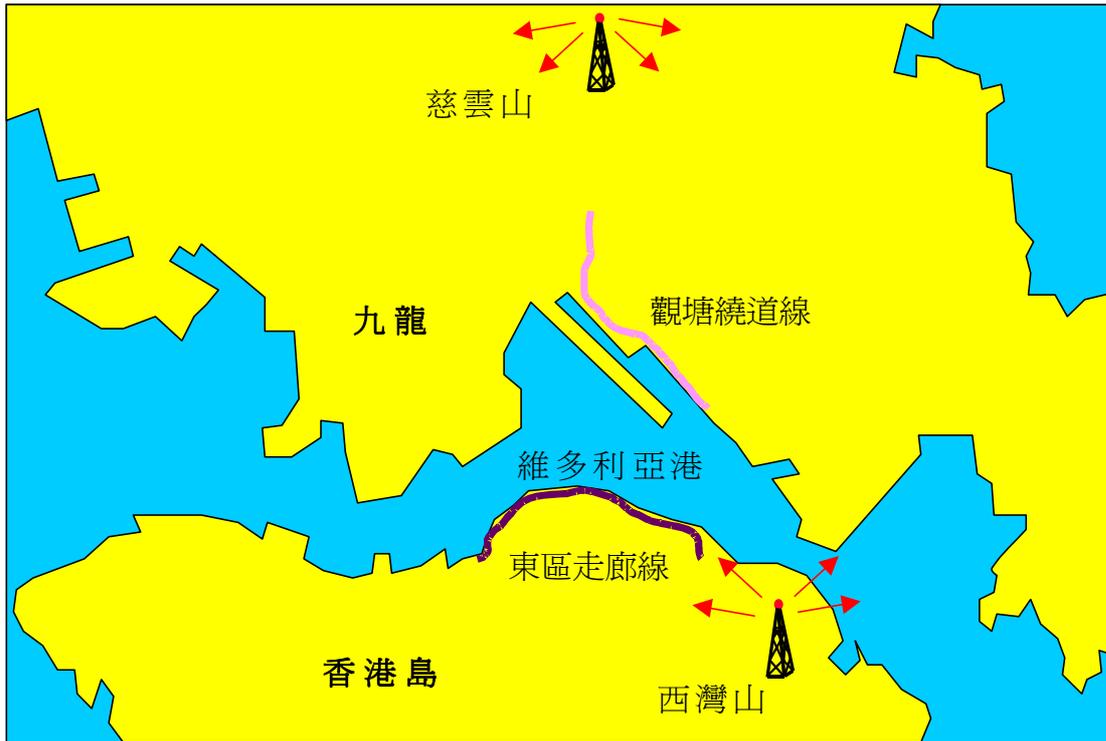


圖 6 ISDB-T 的流動接收(使用 DQPSK 調制及支援 SFN)



成功率

- 0 - 25%
- 25 - 50%
- 50 - 75%
- 75 - 100%

圖 7 DVB-T 的流動接收(使用 16-QAM 調制及不支援 SFN)



圖 8 DVB-T 的流動接收(使用 QPSK 調制及不支援 SFN)



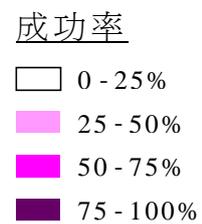
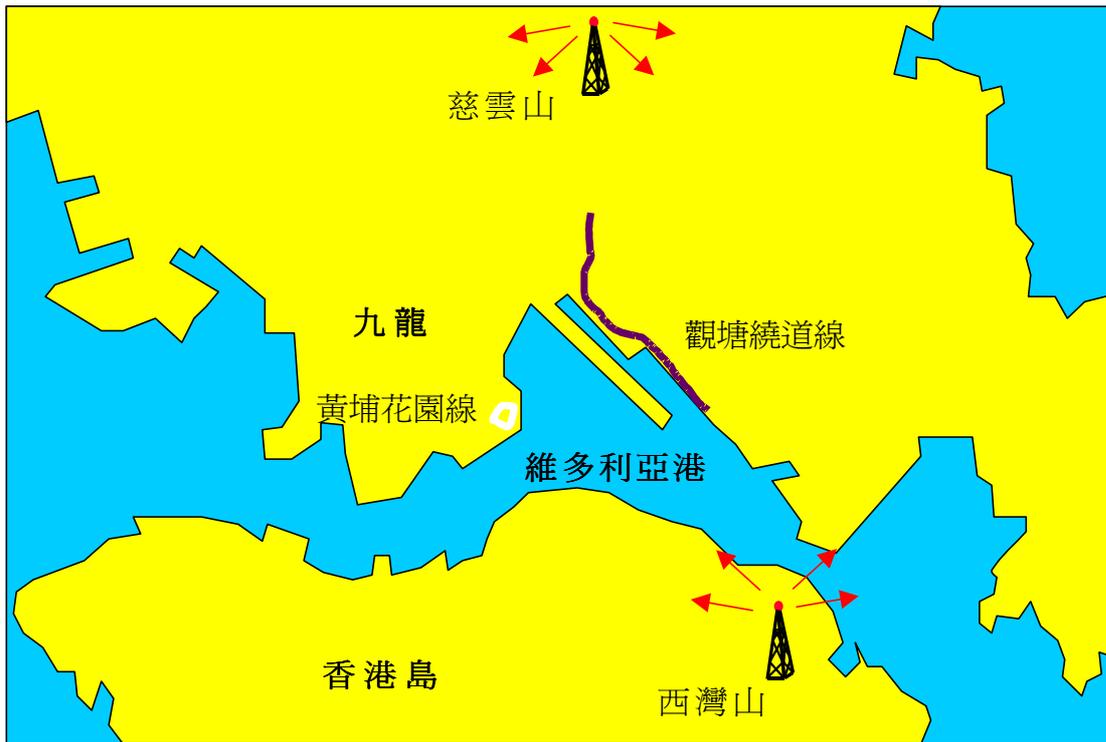
成功率



圖 9 DVB-T 的流動接收(使用 16-QAM 調制及支援 SFN)



圖 10 DVB-T 的流動接收(使用 QPSK 調制及支援 SFN)



DTT 訊號的室內接收

32. DTT 訊號的室內接收測試於本港 4 個典型屋邨內進行，測試時在有關屋邨的單位內或走廊放置室內接收天線以試驗接收效果。現將結果撮述於下列各段。

ISDB-T

33. 在使用 16-QAM 調制及 2k 載波模式的 ISDB-T 以支援 SDTV 時，在所有量度點上均達到第 5 級的畫質及音質，表現令人滿意；而支援 SDTV 時臨界值界限則為 6 至 30 分貝。不過，當使用 64-QAM 調制模式時，發現無論是 SDTV 還是 HDTV 模式，畫面出現間歇靜止的情況。這可能是受到當時所用的設備的功能所限，因而出現此情況，所以可能須再次進行技術評估，以進一步驗證 ISDB-T 的室內接收能力。

DVB-T

34. DVB-T 在室內接收測試中大致有不俗的表現。有關量度是利用 QPSK、16-QAM、64QAM 調制及 2k、8k 載波模式進行。量度顯示，在支援 SDTV 及 HDTV 模式時，室內接收情況令人滿意，畫質及音質均達到第 5 級的水平。此外，支援 SDTV 時的臨界值界限為 21 至 43 分貝。

ATSC

35. ATSC 在室內接收測試有良好表現。所有量度均利用 8-VSB 調制模式進行。在支援 SDTV 及 HDTV 模式時，室內接收情況亦令人滿意，畫質及音質均達第 5 級的良好水平。量度亦顯示，支援 SDTV 時的臨界值界限為 28 至 42 分貝。

觀察所得

36. 是次測試驗證了 3 個 DTT 系統的室內接收能力。測試證實全部 3 個 DTT 系統都可在本港屋邨的室內接收環境下，支援 SDTV 模式並得到令人滿意的畫質及音質。

接收情況的改善

37. 模擬 PAL-I 電視訊號的接收受多個因素影響，例如訊號會被附近樓宇及建築物反射而出現多徑干擾的情況，以及訊號受鄰近高樓大廈或高聳的地勢阻擋等。由於預計 DTT 制式所採用的數碼技術可改善電視訊號的接收情況，所以是次技術測試同時希望能驗證 3 個 DTT 系統與模擬電視系統相比，接收情況會否有所改善。獲選進行量度的地點，均是本港電視訊號接收環境的典型例子。而有關的量度地點同時亦相當於現時模擬電視網絡的慈雲山發射站以 1 萬瓦功率所覆蓋的範圍。

38. 就固定接收情況的測試來說，全部 3 個 DTT 系統的表現均較模擬電視系統優勝。在所有量度環境下，即包括路邊(發射站在視線範圍內)量度、路邊(發射站被大廈或山勢遮擋)量度及天台(發射站被大廈遮擋)量度，全部 3 個 DTT 系統所達到的畫質及音質，均遠較模擬電視系統優勝。DTT 系統在發射站被大廈或山勢遮擋的環境下明顯地優於模擬電視系統。在此環境下，模擬電視系統的畫質通常只達到 1.5 至 3.5 級，而所有 DTT 系統卻能經常維持第 5 級的畫質。

39. 至於在流動接收測試方面，ISDB-T 及 DVB-T 的接收遠較模擬電視的接收為佳。當測量車在測試路線行駛時，接收到的模擬電視訊號一直都不穩定，而畫面又充滿雜訊。使用 ISDB-T 及 DVB-T 系統的接收效果則較佳，而在鑽石山線和東區走廊測試時，畫質令人滿意。

40. 至於在室內接收測試方面，DTT 訊號的接收經常較模擬電視訊號優勝。在全部室內測試地點，模擬電視系統接收到的畫面甚差，畫面質素僅達第 1 至 3 級而已。此外，畫面有很多雜訊，並受多徑訊號干擾。相反，所有 3 個 DTT 系統較模擬電視系統均有極顯著的改善，都能提供穩定及清晰的畫面，畫質達第 5 級。

觀察所得

41. 就整體的接收情況而言，3 個 DTT 系統的表現均比模擬式電視系統優勝。3 個 DTT 系統的畫質及音質遠較模擬電視制式為佳。此外，3 個 DTT 系統的接收能力亦較強。因此，相信該 3 個 DTT 系統將可有助改善現有模擬電視系統於某些地區接收欠佳的問題。

42. 雖然 3 個 DTT 系統位於慈雲山的主發射站的有效輻射功率只有 100 瓦，但是次測試顯示該 3 個 DTT 系統的覆蓋範圍大概相等於慈雲山 1 萬瓦的 PAL-I 模擬電視發射站的覆蓋範圍。換言之，該 3 個 DTT 系統能以較低的發射功率，提供與現有模擬電視系統相若的覆蓋範圍。

潮汐衰減的測量

43. 本港維多利亞港沿岸部分地點長期受潮汐衰減效應影響，引致接收現有模擬電視訊號的效果欠佳。在某些時段中，模擬電視的訊號會被海面多徑反射，嚴重地干擾正常訊號的接收。有鑑於此，是項測試就有關效應會否同樣影響該 3 個 DTT 系統的接收進行研究。

44. 測試結果顯示，3 個 DTT 系統的接收同樣受到潮汐衰減效應的影響。在潮汐衰減效應最強的一段時間內，3 個 DTT 系統在支援 SDTV 及 HDTV 時的接收均未如理想，不是出現格狀的畫面，就是接收間歇中斷，以致出現畫面突然消失的情況。

觀察所得

45. 測試顯示全部 3 個 DTT 系統均受到潮汐衰減效應的影響，與模擬傳送訊號的情況相若。有鑑於數碼訊號的突然衰減特性會令接收出現間歇中斷，應在系統設計，以及在物色安裝接收天線的地點上採取適當措施，以盡量減低潮汐衰減效應所造成的影響。

單頻網絡(SFN)運作的測量

46. 此項測試是要研究 DTT 系統支援 SFN 運作的的能力。為模擬 SFN 運作，主發射站及次發射站都會同時使用相同的 DTT 訊號發射。

ISDB-T

47. 此項量度在兩個量度點進行。結果顯示，在 SFN 配置的環境下，ISDB-T 訊號的接收令人滿意。在使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式支援 SDTV 及 HDTV 時，經常可達到第 5 級的畫質及音質。而

支援 SDTV 時的臨界值界限則介乎 22 至 46 分貝，顯示有極穩定的接收能力。即使當所需訊號的場強與干擾訊號的場強比例低至 3 分貝時，支援 SDTV 及 HDTV 時的接收仍有滿意的表現，而支援 SDTV 時的臨界值界限則為 33 分貝。

DVB-T

48. 此項量度在位於柴灣的量度點進行測試。在使用 64-QAM 調制及 2k、8k 載波模式支援 SDTV 及 HDTV 時，皆可得到第 5 級的畫質及音質。而支援 SDTV 時的臨界值界限則介乎 44 至 54 分貝，表示有很強的接收能力。即使當所需訊號的場強與干擾訊號的場強比例低至 -1 分貝時，支援 SDTV 及 HDTV 時的接收仍令人滿意，而臨界值界限則為 44 分貝。

ATSC

49. 由於 ATSC 制式並不支援 SFN 運作，而且在進行測試時市面上亦無相關的 SFN 設備供應，因此本項目並無包括 ATSC 的測試。

觀察所得

50. 測試結果顯示 ISDB-T 及 DVB-T 能支援 SFN 運作。此項測試證實 DTT 訊號的接收，並不會因兩個發射站採用相同的頻道發射訊號而受到影響，在畫質及音質方面令人滿意，而支援 SDTV 時的臨界值界限的數值也頗高。

51. 不過，此項測試只在兩個不同地點對兩個發射站進行實地測試。由於 SFN 運作對能否取得足夠頻道供 DTT 使用十分重要，因此或須作進一步研究，以確定 SFN 的可行性。

經由 IBCCDS 接收的測量

52. 此項測試利用在本港商業樓宇、酒店及公共屋邨的一般 IBCCDS 接收 DTT 訊號，在系統輸入端及其電視輸出點進行量度，以研究 DTT 訊號經 IBCCDS 傳送的特性。

ISDB-T

53. 此項測試在 6 個不同地點以不同類型的 IBCCDS 分送 ISDB-T 的訊號，並使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式。結果顯示在支援 SDTV 及 HDTV 時於系統輸入端及電視輸出點所得到的畫質及音質均達第 5 級。測試結果概述如下：－

	經由 IBCCDS 接收 ISDB-T	錄得的訊號水平	支援 SDTV 時的臨界值界限
a.	系統輸入端量度	38 至 79 分貝微伏	7 至 52 分貝
b.	電視輸出點量度	39 至 55 分貝微伏	7 至 24 分貝

DVB-T

54. 此項測試在 6 個不同地點以不同類型的 IBCCDS 分送 DVB-T 的訊號，並使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式。結果顯示在支援 SDTV 及 HDTV 時於系統輸入端及電視輸出點所得到的畫質及音質均達第 5 級。測試結果概述如下：－

	經由 IBCCDS 接收 DVB-T	錄得的訊號水平	支援 SDTV 時的臨界值界限
a.	系統輸入端量度	37 至 74 分貝微伏	16 至 59 分貝
b.	電視輸出點量度	37 至 57.7 分貝微伏	18 至 47 分貝

ATSC

55. 此項測試在 5 個不同地點以不同類型的 IBCCDS 分送 ATSC 的訊號，並使用 8-VSB 調制模式。結果顯示在支援 SDTV 及 HDTV 時於系統輸入端及電視輸出點所得到的畫質及音質均達第 5 級。測試結果概述如下：－

	經由 IBCCDS 接收 ATSC	錄得的訊號水平	支援 SDTV 時的臨界值界限
a.	系統輸入端量度	43.5 至 79.8 分貝微伏	29 至 67 分貝
b.	電視輸出點量度	45.6 至 61.4 分貝微伏	32 至 49 分貝

觀察所得

56. 量度的結果顯示，以本港一般的 IBCCDS 接收 DTT 訊號的效果令人滿意。3 個 DTT 系統在全部量度點均可提供極佳的第 5 級畫質及音質。而支援 SDTV 時所錄得的臨界值界限的數值應能足夠確保有穩定的接收能力。此外，以 IBCCDS 傳送訊號並無對鄰近模擬頻道訊號的接收造成影響。

57. 當以同樣的系統輸入端及電視輸出點進行模擬電視訊號的接收測試時，發現以 IBCCDS 接收模擬電視訊號的效果令人不甚滿意，畫質只有約第 2 至 4.5 級。該結果再次顯示，DTT 訊號的接收比模擬訊號有甚大改善。

58. 同時，亦觀察到部分在測試中使用的現有 IBCCDS 須進行某些系統調校工作，以容納 DTT 訊號。因此，倘以 IBCCDS 傳送 DTT 訊號，現有 IBCCDS 的系統輸入端或須加裝新硬件或進行調校。

實驗室測試

59. 在實驗室測試中，DTT 系統各個技術參數在受控制的環境下，作出更準確的量度。技術參數包括該 3 個 DTT 系統的同頻道干擾、相鄰頻道干擾和鏡像頻道干擾的保護比，以及編碼／解碼的總計延遲。實驗室測試獲得下列 3 個 DTT 系統在支援 SDTV 時的數值：—

保護比的測量

ISDB-T 的同頻道干擾 (CCI)

60. 在使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式時，得出 ISDB-T 的 CCI 保護比數值如下：—

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 CCI 保護比
ISDB-T	ISDB-T	20 分貝
ISDB-T	PAL-I	3 分貝
ISDB-T	PAL-II	4 分貝
ISDB-T	PAL-K	4 分貝
PAL-I	ISDB-T	37.7 至 47 分貝
PAL-II	ISDB-T	43.7 至 49 分貝
PAL-K	ISDB-T	44.3 至 48.3 分貝

DVB-T 的 CCI

61. 在使用 64-QAM 調制及 2k、8k 載波模式時，得出 DVB-T 的 CCI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 CCI 保護比
DVB-T	DVB-T	19 至 21 分貝
DVB-T	PAL-I	4 至 9 分貝
DVB-T	PAL-II	4 至 9 分貝
DVB-T	PAL-K	6 至 8 分貝
PAL-I	DVB-T	46.7 至 59.3 分貝
PAL-II	DVB-T	45.7 至 54.7 分貝
PAL-K	DVB-T	45 至 53.3 分貝

62. 在使用 16-QAM 調制及 8k 載波模式時，得出 DVB-T 的 CCI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 CCI 保護比
DVB-T	PAL-I	-8 至 -1 分貝
DVB-T	PAL-II	-9 至 -2 分貝
DVB-T	PAL-K	-8 至 -5 分貝

ATSC 的 CCI

63. 在使用 8-VSB 調制模式時，得出 ATSC 的 CCI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 CCI 保護比
ATSC	ATSC	16 至 19 分貝
ATSC	PAL-I	-3 分貝
ATSC	PAL-I1	-4 分貝
ATSC	PAL-K	-3 分貝
PAL-I	ATSC	37 至 44.7 分貝
PAL-I1	ATSC	40 至 45.3 分貝
PAL-K	ATSC	40 至 45 分貝

ISDB-T 的相鄰頻道干擾(ACI)

64. 在使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式時，得出 ISDB-T 的 ACI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ACI 保護比
ISDB-T	ISDB-T	-27 至 -24 分貝
ISDB-T	PAL-I	-38 至 -31 分貝
ISDB-T	PAL-I1	< -43 至 -31 分貝
ISDB-T	PAL-K	< -40 分貝
PAL-I	ISDB-T	-15.7 至 7.7 分貝
PAL-I1	ISDB-T	-11.7 至 7 分貝
PAL-K	ISDB-T	-13.3 至 7.3 分貝

DVB-T 的 ACI

65. 在使用 64-QAM 調制及 2k、8k 載波模式時，得出 DVB-T 的 ACI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ACI 保護比
DVB-T	DVB-T	-33 至 -15 分貝
DVB-T	PAL-I	-23 至 -19 分貝
DVB-T	PAL-I1	-24 至 -20 分貝
DVB-T	PAL-K	-24 至 -21 分貝
PAL-I	DVB-T	-13 至 12.3 分貝
PAL-I1	DVB-T	-11 至 12.3 分貝
PAL-K	DVB-T	-13 至 13.3 分貝

66. 在使用 16-QAM 調制及 8k 載波模式時，得出 DVB-T 的 ACI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ACI 保護比
DVB-T	PAL-I	-22 至 -20 分貝
DVB-T	PAL-I1	-22 至 -20 分貝
DVB-T	PAL-K	-27 至 -24 分貝

ATSC 的 ACI

67. 在使用 8-VSB 調制模式時，得出 ATSC 的 ACI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ACI 保護比
ATSC	ATSC	-33 至 -30 分貝
ATSC	PAL-I	-37 至 -30 分貝
ATSC	PAL-I1	-41 至 -32 分貝
ATSC	PAL-K	-45 至 -40 分貝
PAL-I	ATSC	-4 至 9.7 分貝
PAL-I1	ATSC	-7.3 至 7.3 分貝
PAL-K	ATSC	-5.7 至 6.7 分貝

ISDB-T 的鏡像頻道干擾(ICI)

68. 在使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式時，得出 ISDB-T 的 ICI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ICI 保護比
ISDB-T	PAL-I	< -42 分貝
ISDB-T	PAL-I1	< -42 分貝
ISDB-T	PAL-K	< -41 分貝
PAL-I	ISDB-T	-18.7 至 -10.7 分貝
PAL-I1	ISDB-T	-13.7 至 -9 分貝
PAL-K	ISDB-T	-15.3 至 -9.7 分貝

DVB-T 的 ICI

69. 在使用 64-QAM 調制及 2k、8k 載波模式時，得出 DVB-T 的 ICI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ICI 保護比
DVB-T	PAL-I	< -46 分貝
DVB-T	PAL-I1	< -42 分貝
DVB-T	PAL-K	< -46 分貝
PAL-I	DVB-T	-31 至 -4.3 分貝
PAL-I1	DVB-T	-32 至 -5.3 分貝
PAL-K	DVB-T	-29 至 -6 分貝

70. 在使用 16-QAM 調制及 8k 載波模式時，得出 DVB-T 的 ICI 保護比數值如下：－

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ICI 保護比
DVB-T	PAL-I	< -46 分貝
DVB-T	PAL-I1	< -42 分貝
DVB-T	PAL-K	< -46 分貝

ATSC 的 ICI

71. 在使用 8-VSB 調制模式時，得出 ATSC 的 ICI 保護比數值如下：

所需訊號	干擾訊號	保護所需訊號免受干擾訊號 干擾的 ICI 保護比
ATSC	PAL-I	< -46 分貝
ATSC	PAL-I1	< -45 分貝
ATSC	PAL-K	< -45 分貝
PAL-I	ATSC	-31.3 至 -13 分貝
PAL-I1	ATSC	-29.3 至 -13.7 分貝
PAL-K	ATSC	-29 至 -13 分貝

觀察所得

72. 各個 DTT 系統的同頻道干擾、相鄰頻道干擾和鏡像頻道干擾的保護比數值已從有關的測試中錄得。總的來說，測試結果與有關系統的標準所載的數值相符。但由於受時間及資源所限，有關結果只從相對來說數目較少的樣本歸納得來。故此，測試所得的數值或許不能直接適用於實際情況上；而在實際進行 DTT 系統的頻率計劃時，或須採取如載波偏置等的特別措施。

編碼／解碼總計延遲的測量

73. 實驗室測試同時量度各個 DTT 系統的編碼／解碼總計延遲。量度的方法是把視像訊號輸入有關的 DTT 系統的編碼器，訊號經編碼後由整條傳輸路徑傳送。接收到的 DTT 訊號經解碼器解碼後便能獲得原本的視像訊號。量度原來的視像訊號與解碼後的視像訊號之間的時間差便得出該系統的編碼／解碼總計延遲。

ISDB-T

74. 在使用 64-QAM 調制及 2k 載波模式時，測試發現兩部分別由 R&B 和東芝生產的 ISDB-T 解碼器的編碼／解碼總計延遲為 0.67 秒

至 1.77 秒不等。

DVB-T

75. 在使用 QPSK、16-QAM 或 64-QAM 調制時，測試發現兩部分分別由 ITIS 和 NDS 生產的 DVB-T 解碼器的編碼／解碼總計延遲為 1 秒至 1.08 秒不等。

ATSC

76. 由於接受測試的 ATSC 系統是使用視像伺服器而非編碼器，因此未能量度出 ATSC 的編碼／解碼總計延遲。

觀察所得

77. 在實驗室測試中錄得 ISDB-T 及 DVB-T 系統的編碼／解碼總計延遲的資料。整體來說，測試結果與有關標準所載的數值相符。

進一步研究

78. 由於時間及資源有限，並未就 3 個 DTT 系統在不同頻寬的頻道運作的表現進行實驗室測試。倘有需要，或須進一步研究此項目。

總結

79. 是次技術測試的結果撮述如下：－

- a) 在固定接收的環境(包括路邊及天台量度)而訊號無須橫越海面的情況下，則無論發射站是否在視線範圍內，各個 DTT 系統的接收能力都有極佳的表現，而接收到的畫質及音質都很優良。整體來說，3 個系統的臨界值界限都有很高的數值，使 DTT 訊號的接收更加穩定。測試亦顯示，有關訊號並未對鄰近的模擬電視頻道的接收造成影響。不過，實際建立 DTT 系統時須進行仔細的規劃，以確保能與現有的模擬電視系統兼容。

- b) 全部 3 個 DTT 系統在支援 SDTV 模式作室內接收時，畫質及音質均令人滿意。在所有測試點中，畫質及音質遠較模擬電視系統的質素為佳。此外，3 個 DTT 系統的接收能力也較為穩定。在一些不在發射站視線範圍的地方，或是一些模擬電視制式接收欠佳的地方，3 個 DTT 系統仍能提供令人滿意的畫質及音質。
- c) 因此，預計該 3 個 DTT 系統均能改善現有模擬電視系統接收欠佳的情況。該 3 個系統並能以較低的發射功率，提供與現有模擬電視系統相若的覆蓋範圍。
- d) 在 ISDB-T 及 DVB-T 的流動接收測試中，所接收到的畫質及音質令人滿意。相反，模擬電視系統並不能作流動接收。測試結果顯示，ISDB-T 及 DVB-T 可在空曠地方作流動接收。鑑於 ATSC 並非為流動接收而設，而在進行測試時市面上亦無相關的流動接收設備供應，因此，ATSC 的流動接收能力並未包括在是次技術測試中。
- e) 可是，該 3 個 DTT 系統仍然會像模擬電視系統般受潮汐衰減效應所影響。在潮汐衰減效應出現時，3 個 DTT 系統的接收都有間歇中斷、畫面呈格狀，甚至接收不到訊號的情況出現。鑑於數碼訊號的突然衰減特性，應採取預防措施，適當地調校接收系統。
- f) ISDB-T 及 DVB-T 均能支援單頻網絡(SFN)運作。即使兩個發射站以相同頻道發射訊號，而所需訊號的場強與干擾訊號的場強比率只有約-1 至 3 分貝的情況下，ISDB-T 及 DVB-T 訊號的接收仍不受影響。鑑於 ATSC 並不支援 SFN 運作，而在進行測試時市面上亦無有關的 SFN 設備供應，因此，ATSC 的 SFN 測試並未包括在是次技術測試中。
- g) 經由 IBCCDS 接收 3 個 DTT 系統的訊號的效果令人滿意，畫質及音質亦相當不俗。測試亦發現經 IBCCDS 傳送訊號並不會對鄰近模擬頻道訊號的接收造成影響。因此，預計可利用本港一般的 IBCCDS 傳送該 3 個 DTT 系統的訊號。
- h) 從測試錄得的 3 個 DTT 系統與模擬電視系統之間的同頻道干擾、相鄰頻道干擾及鏡像頻道干擾的保護比，與有關標準所載的數值大致相符。

參考資料

- [1] “Development of the ATSC Digital Television Standard”, ATSC, December 1999
- [2] “ATSC Digital Television Standard”, Doc. A/53, Advanced Television Systems Committee
- [3] “DVBC Standard - an Overview”, home page of the DVB Project
- [4] “Japan’s Digital Terrestrial Television Broadcasting System Exhibited”, Press Release, MPT Japan, 19 January 1998
- [5] “Digital Terrestrial Television Broadcasting – Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial”, Brochure of Digital Broadcasting Experts Group (DiBEG)
- [6] ITU-R Recommendation BT. 500-9, “Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Pictures”, International Telecommunication Union (ITU)

常用名詞對照表

ACI	Adjacent Channel Interference 相鄰頻道干擾
ATSC	Advanced Television Systems Committee 高級電視系統委員會
CCI	Co-Channel Interference 同頻道干擾
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying 差分四相移相鍵控
DTT	Digital Terrestrial Television 數碼地面電視
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial 數碼視頻廣播-地面
ERP	Effective Radiated Power 有效輻射功率
HDTV	High Definition Television 高解像電視
IBCCDS	In-Building Coaxial Cable Distribution System 大廈內同軸電纜系統
ICI	Image Channel Interference 鏡像頻道干擾
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial 綜合業務數碼廣播-地面
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication Sector 國際電信聯盟無線電通信部門

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing 正交頻分多路覆用
PAL-I	Phase Alternation Line System I 逐行倒相制式 I
PAL-II	Phase Alternation Line System I with modified spectrum mask 頻譜屏蔽經修正之逐行倒相制式 I
PAL-K	Phase Alternation Line System K 逐行倒相制式 K
QAM	Quadrature Amplitude Modulation 正交振幅調制
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying 四相移相鍵控
SDTV	Standard Definition Television 標準解像電視
SFN	Single Frequency Network 單頻網絡
VSB	Vestigial Sideband Modulation 殘餘邊帶調制