

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別：實習)

### 參加 GPS 時頻追溯實習

服務機關：中華電信研究所  
出國人職稱：助理研究員  
姓名：陳商銜  
出國地區：英國  
出國期間：91年11月10日至15日  
報告日期：92年1月13日

H6/  
09>00737

公務出國報告提要

頁數: 9 含附件: 否

報告名稱:

參加GPS時頻追溯實習

主辦機關:

中華電信研究所

聯絡人/電話:

楊學文/03-4244218

出國人員:

陳商銜 中華電信研究所 前瞻技術研究室 助理研究員

出國類別: 實習

出國地區: 英國

出國期間: 民國 91 年 11 月 10 日 -民國 91 年 11 月 15 日

報告日期: 民國 92 年 01 月 13 日

分類號/目: H6/電信 /

關鍵詞: GPS,時頻追溯,實習

內容摘要: NPL(National Physical Laboratory)為英國量測標準實驗室，其在各種量測單位之維持與追溯技術方面具有領導的水準，值得觀摩與學習，並可作為本實驗室相關研究方向之參考與借鏡。本次NPL主要研習GPS時頻之追溯技術，對本實驗室追溯系統之建設有相當幫助。並可向參與研習之他國代表述說本實驗室之發展現況。GPS時頻追溯技術為目前最通用之傳時技術，其方法是利用GPS共同觀測的方式來完成時間追溯的工作。GPS共同觀測的儀器為TTR-6，為目前最通用之時間追溯設備，具有隨時序設定接收對應之GPS衛星訊號，並產生CCTF格式之檔案，方便做時間追溯之檔案交換與數據處理。目前各國皆使用這台機器作為維持國家時間與頻率標準的監測與追溯的參考依據。而NPL進行此課程的目的在於可以交換各國在處理TTR-6機器時所遇到的問題與心得，從儀器安裝與機器架設到軟體處理，都有一些經驗的交換。而在數據的異常現象所導致的原因，如電離層異常區也做了一些探討，對本實驗室在相關的實驗設備之使用上有相當的幫助。最後也對GPS用來作為傳時的發展做一些討論。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

## 摘要

NPL(National Physical Laboratory)為英國量測標準實驗室，其在各種量測單位之維持與追溯技術方面具有領導的水準，值得觀摩與學習，並可作為本實驗室相關研究方向之參考與借鏡。本次 NPL 主要研習 GPS 時頻之追溯技術，對本實驗室追溯系統之建設有相當幫助。並可向參與研習之他國代表述說本實驗室之發展現況。GPS 時頻追溯技術為目前最通用之傳時技術，其方法是利用 GPS 共同觀測的方式來完成時間追溯的工作。GPS 共同觀測的儀器為 TTR-6，為目前最通用之時間追溯設備，具有隨時序設定接收對應之 GPS 衛星訊號，並產生 CCTF 格式之檔案，方便做時間追溯之檔案交換與數據處理。目前各國皆使用這台機器作為維持國家時間與頻率標準的監測與追溯的參考依據。而 NPL 進行此課程的目的在於可以交換各國在處理 TTR-6 機器時所遇到的問題與心得，從儀器安裝與機器架設到軟體處理，都有一些經驗的交換。而在數據的異常現象所導致的原因，如電離層異常區也做了一些探討，對本實驗室在相關的實驗設備之使用上有相當的幫助。最後也對 GPS 用來作為傳時的發展做一些討論。

# 目錄

1. 目的.....	1
2. 過程.....	1
3. 建議.....	5
4. 附錄.....	6

# 1. 目的

本次在 NPL 主要研習 GPS 時頻之追溯技術，對本實驗室追溯系統之建設有相當幫助。並可向參與研習之他國代表述說本實驗室之發展現況。GPS 時頻追溯技術為目前最通用之傳時技術，其方法是利用 GPS 共同觀測的方式來完成時間追溯的工作。GPS 共同觀測的儀器為 TTR-6，為目前最通用之時間追溯設備，具有隨時序設定接收對應之 GPS 衛星訊號，並產生 CCTF 格式之檔案，方便做時間追溯之檔案交換與數據處理。目前各國皆使用這台機器作為維持國家時間與頻率標準的監測與追溯的參考依據。而 NPL 進行此課程的目的在於可以交換各國在處理 TTR-6 機器時所遇到的問題與心得，從儀器安裝與機器架設到軟體處理，都有一些經驗的交換。最後也對 GPS 用來作為未來傳時的發展做一些討論。

# 2. 過程

在英國 NPL 實習總共為兩天，在兩天的過程中主要是實習以 GPS 共同觀測法來進行時間追溯，並將 GPS 傳時之相關領域知識做一些整理。在第一天的課程中，先從時間定義之發展說起，時刻的演進由沙漏、日晷等早期先民用來計時的工具，隨科技的進步與工商界對時

間、時刻的標準要求越來越高，到目前為止世界上已公認以銨原子鐘所產生之原子時為時刻原級標準，且各國皆維持其國家母鐘之時間追溯至國際度量衡局(BIPM)。銨原子鐘其精確度可達每秒  $5E-13$ ，每天  $1E-14$  的水準。各國維持時間追溯的方式可以靠 GPS 共同觀測法與衛星雙向傳時技術來達成精確追溯的目的。以較為經濟並且各國較能互通並且能互相交換資訊的方式則以 GPS 共同觀測法較為可行。

在使用 GPS 傳時技術又可分為單機時間追溯與雙機共同觀測的方法來進行。在單機的做法上是以接收 GPS 訊號，並以 GPS 位置固

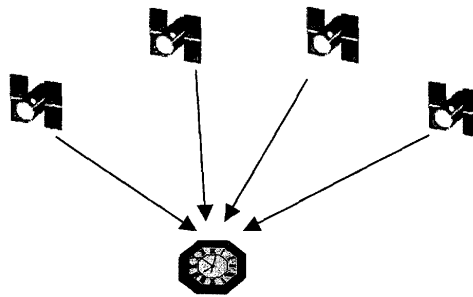


Fig 1. 單機 GPS 時間追溯技術

定法(Position Hold Mode)處理，天線中心的位置必需視為已知，而精確的天線中心位置可以靠加入 IGS (International GPS Service) 組織或適當的衛星追蹤點追溯得到。如此只需要一顆衛星即可得到追溯至 GPS 時序的能力。但因為衛星訊號在傳遞過程中，會受到電離層與對流層的影響，這些誤差量會造成接收機計算時序時在短時間內之穩定度較差，經過長時間之平均後可獲得較佳之穩定度。這項技術已廣泛

的利用在 GPSDO (GPS Disciplined Oscillator)上，即使用此技術產生之時序訊號來訓練振盪器。以一般產品而言，振盪器為爐溫控制石英振盪器，如此 GPSDO 可達到每秒  $1E-10$  與每天  $1E-13$  之頻率穩定度，而時間追溯的精確度也可達與 UTC 相差 20 奈秒的水準。如此之產品已在業界廣泛的使用，本單位也發展出許多相關的演算法。

而在 GPS 共同觀測法上，是採用兩台 GPS 接收機，將其安裝在兩地之母鐘上，並分別將兩地之時頻訊號輸入至個別之 GPS 接收機上，而兩接收機之天線相位中心必需視為已知，並共同隨著 BIPM 公佈之 GPS 衛星追溯時間表來進行共同觀測，如果兩地在區域的範圍中(100 公里以內)，電離層與對流層的影響可以使用共同觀測法消除大部分的誤差，進而得到較佳的追溯結果，一般可達 5 奈秒以內，但如果以國際之間追溯往往超過 100 公里，如此電離層與對流層的影響必需以世界各地的接收機接收的資料分析整理而得，經過處理的結果，追溯的精確度可在 10 奈秒以內。本實驗室也使用 TTR-6 接收機加入 BIPM 的時間追溯計畫中。在隔天的實習中將以 TTR-6 來實際進行追溯實驗。而目前各時頻研究室也開始進行以測地型 GPS 接收機來進行傳時的工作，測地型接收機具有較高的精確度並有載波相位觀測量，期望能將時間追溯精確度推進至 0.1 奈秒。Fig 3.中為本實驗室利用測地型接收機進行頻率同步之量測結果。

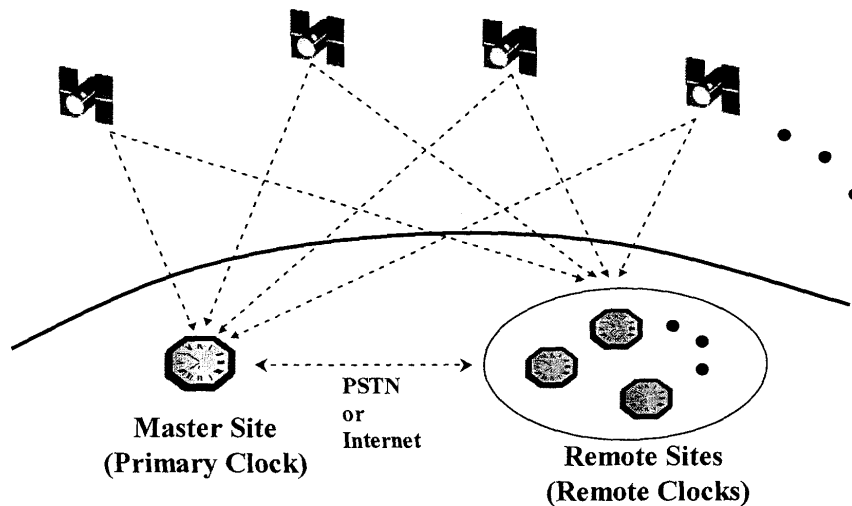


Fig 2. GPS 共同觀測法時間追溯技術

在第二天的研習中，我們討論了傳時接收機之誤差統計，也實際量測天線同軸電纜所造成之傳時誤差，並以網路分析儀量測其時間延遲，也以時間計數器量測母鐘 1PPS(1 Pulse Per Second)之同軸電纜延遲。為了比較各時頻實驗室之偏差，可使用一組 GPS 接收機來進行遊校的方式來完成。這台接收機輪流在各實驗室並量測一段時間得到之數據與其所安裝的實驗室之接收機資料作比較，可得到各實驗室相對的偏差值。如此可使誤差更為降低，也可使各國藉由此方式進行國際交流。最後舉辦單位安排我們實際操作 TTR-6 來進行共同觀測實習，我們安裝儀器並實際輸入 GPS 時間表，觀察其輸出資料，討論



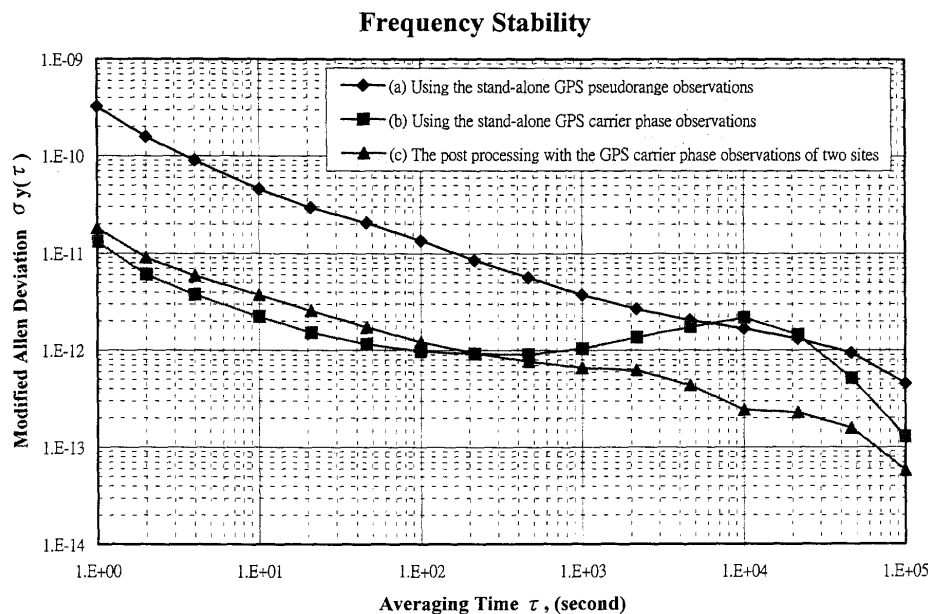


Fig 3. 以測地型接收機進行頻率同步之穩定度

其原理。在實習完後，舉辦單位安排了座談會，進行心得交流，並說明將來傳時系統之發展，討論中包含引進 WAAS、EGNOS 和 MSAS 等擴增系統加入傳時的可行性，值得我們以後作為發展系統之參考。

### 3. 建議

此次實習因為時間較短，課程較為簡潔，但對於本所時頻追溯上仍有可作為參考的地方，藉由實習的交流可使技術上與其他國家一致，也可增進國際交流。希望以後能在舉辦研習時能同時舉辦研討會，可使研習更多元，也能吸收更多國家的經驗。而在使用 GPS 作

為未來傳時的發展上也提供一些意見，對本實驗室在傳時領域發展上有相當的幫助。

#### 4. 附錄



Fig 4. 本所 TTR-6 接收機



Fig 5. TTR-6 天線單元

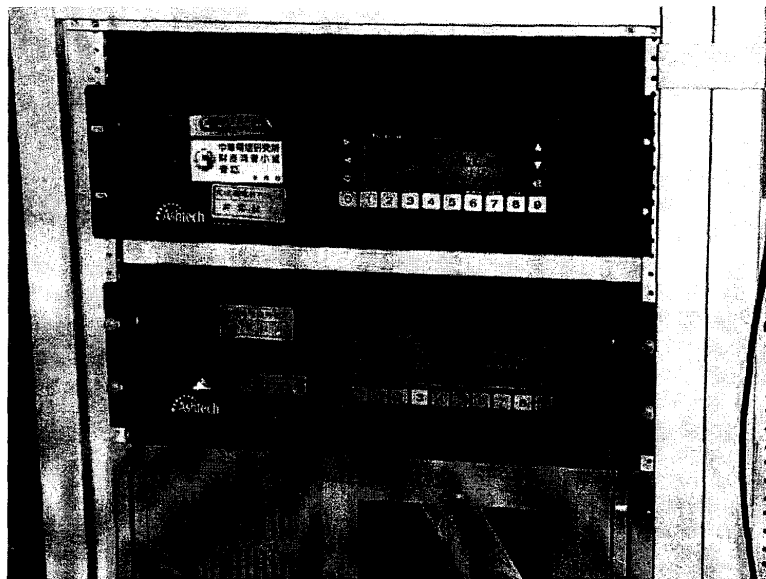


Fig 6. 測地型接收機



Fig 7. 測地型接收機天線單元

```

MJD= 52648  YR=03 MONTH=01 DAY=09 HMS=02:20:48 (UT)
GGTTS GPS DATA FORMAT VERSION = 01
REV DATE = 2003-01-09
RCVR = k 2J      0020001012...
CH = 01
IMS = 99999
LAB = TL02
X = -2994432.28 m
Y = +4951308.50 m
Z = +2674493.90 m
FRAME = ITRF97
COMMENTS =
INT DLY = 50.0 ns
CAB DLY = 0308.0 ns
REF DLY = 0005.0 ns
REF =
CKSUM = 18

```

PRN	CL	MJD	STTIME	TRKL	ELV	AZTH	REFSV	SRSV	REFGPS	SRGPS	DSG	IOE	MDTR	SMDT	MDJO	SMDI
CK			hhmmss	s	.ldg	.ldg	.Ins	.lps/s	.Ins	.lps/s	.Ins	.lps/s	.Ins	.lps/s	.Ins	.lps/s
30	34	52644	002200	570	65	460	-5244205	+89	+194	+215	138	089	664	+501	331	+68 1D
6	34	52644	014200	675	41	383	+21982	-136	+221	-136	90	195	997	+1086	425	+69 0D
3	AC	52644	023000	780	754	2020	-944180	-7	+257	+25	43	095	83	-3	157	+0 B2
25	3C	52644	030200	780	332	1214	-373932	+196	+598	+201	124	069	146	+22	277	+38 3E
15	34	52644	042200	780	78	409	-562614	-157	+52	-110	90	133	565	+299	486	+46 0B
8	A0	52644	054200	780	371	3126	-1236796	-235	+115	+8	100	004	132	-19	319	-34 0D
8	A1	52644	055800	780	427	3065	-1237044	-236	+100	+7	81	004	118	-12	291	-25 FA

Fig 8. TTR-6 輸出之觀測量(CCTF 格式)

GPS Schedule no 37 (30 October 2001)

*** E. North America ***				*** W. North America ***				*** East Asia ***			
Class	PRN	Start h m	Connects	Class	PRN	Start h m	Connects	Class	PRN	Start h m	Connects
	18	11 0	10 WNA,E,SAM		18	11 0	10 ENA,E,SAM		A0	21 0	26 ME,I,E
	18	8 0	26 WNA,SAM		18	8 0	26 ENA,SAM		A1	21 0	42 ME,I,E
	34	2 0	42 WNA,H		34	2 0	42 H,ENA		A2	21 0	58 ME,I,E
	19	8 0	58 WNA,SAM		19	8 0	58 ENA,SAM		A0	14 1	30 ME,I,E
	34	7 1	30 WNA,H		34	7 1	30 H,ENA		A1	14 1	46 ME,I,E
	35	7 1	46 WNA,H		35	7 1	46 H,ENA		A2	14 2	2 ME,I,E
	34	4 2	34 WNA,H,SAM		34	4 2	34 H,ENA,SAM		A0	29 3	22 ME,I,E
	35	4 2	50 WNA,H,SAM		35	4 2	50 H,ENA,SAM		AC	21 3	54 I,A
	D4	4 3	6 WNA,H,SAM		D4	4 3	6 H,ENA,SAM		34	5 4	10 WNA,H,ENA
	68	2 3	22 SAM		34	5 4	10 H,EA,ENA		35	5 4	26 WNA,H,ENA
	69	2 3	38 SAM		35	5 4	26 H,EA,ENA		3C	6 4	42 A,H
	34	5 4	10 WNA,H,EA		18	7 4	42 ENA,E,SAM		34	30 5	30 WNA,H
	35	5 4	26 WNA,H,EA		34	30 5	30 H,EA		35	30 5	46 WNA,H,ENA
	18	7 4	42 WNA,E,SAM		35	30 5	46 H,EA,ENA		34	6 6	34 WNA,H
	68	7 4	58 SAM		74	4 6	2 ME,ENA,E		35	6 6	50 WNA,H,ENA
	69	7 5	14 SAM		34	6 6	34 H,EA		A0	1 7	6 ME,I,E
	60	13 5	30 ME,SAM		35	6 6	50 H,EA,ENA		AC	3 7	38 I,A
	35	30 5	46 WNA,H,EA		18	24 7	22 ENA,E,SAM		AD	3 7	54 I,A
	74	4 6	2 WNA,ME,E		74	24 7	38 ME,ENA,E,SAM		34	17 8	26 WNA,H
	35	6 6	50 WNA,H,EA		D4	6 7	54 H,ENA		3C	25 8	42 A,H
	18	24 7	22 WNA,E,SAM		34	17 8	26 H,EA		34	15 9	30 WNA,H,ENA
	74	24 7	38 WNA,ME,E,SAM		74	10 8	58 ME,ENA,E		A0	27 10	2 ME,I,E
	D4	6 7	54 WNA,H		34	23 9	14 H,ENA		3C	22 10	34 A,H
	74	10 8	58 WNA,ME,E		34	15 9	30 H,EA,ENA		AC	11 11	6 I,A
	34	23 9	14 WNA,H		D5	6 9	46 H,ENA,SAM		34	3 11	22 WNA,H
	34	15 9	30 WNA,H,EA		D6	6 10	2 H,ENA,SAM		AD	11 11	38 I,A
	D5	6 9	46 WNA,H,SAM		34	18 10	50 H,ENA		35	3 11	54 WNA,H
	D6	6 10	2 WNA,H,SAM		74	26 11	6 ME,ENA,E		A0	28 12	26 ME,I,E
	34	18 10	50 WNA,H		34	3 11	22 H,EA		3C	20 13	46 A,H
	74	26 11	6 WNA,ME,E		35	3 11	54 H,EA		AC	28 15	22 I,A
	18	23 12	10 WNA,E,SAM		18	23 12	10 ENA,E,SAM		AD	28 15	38 I,A
	18	9 12	42 WNA,E,SAM		18	9 12	42 ENA,E,SAM		BC	24 16	10 SAF,ME,I,E
	18	18 13	30 WNA,E,SAM		18	18 13	30 ENA,E,SAM		3C	13 16	26 A,H
	19	18 13	46 WNA,E,SAM		19	18 13	46 ENA,E,SAM		34	20 16	42 WNA,H,ENA
	60	5 14	34 ME,SAM		34	25 15	22 H,ENA		3D	13 16	58 A,H
	34	25 15	22 WNA,H		18	14 16	26 ENA,E,SAM		AC	7 17	14 I,A
	18	14 16	26 WNA,E,SAM		34	20 16	42 H,EA,ENA		A0	24 17	30 ME,I,E
	34	20 16	42 WNA,H,EA		18	29 16	58 ENA,E,SAM		34	1 17	46 WNA,H,ENA
	18	29 16	58 WNA,E,SAM		19	29 17	14 ENA,E,SAM		34	13 18	50 WNA,H
	19	29 17	14 WNA,E,SAM		34	1 17	46 H,EA,ENA		35	13 19	22 WNA,H,ENA
	34	1 17	46 WNA,H,EA		74	25 18	34 ME,ENA,E,SAM		3C	4 19	38 A,H
	74	25 18	34 WNA,ME,E,SAM		34	13 18	50 H,EA		3D	4 19	54 A,H
	35	13 19	22 WNA,H,EA		35	13 19	22 H,EA,ENA		3C	24 21	10 A,H
	74	22 20	22 WNA,ME,E		74	22 20	22 ME,ENA,E		3D	24 21	26 A,H
	18	3 20	38 WNA,E,SAM		18	3 20	38 ENA,E,SAM		34	8 21	42 WNA,H,ENA
	19	3 21	10 WNA,E,SAM		19	3 21	10 ENA,E,SAM		A0	17 21	58 ME,I,E
	34	8 21	42 WNA,H,EA		34	8 21	42 H,EA,ENA		A0	15 22	46 ME,I,E
	D4	13 22	30 WNA,H,SAM		D4	13 22	30 H,ENA,SAM		A0	18 23	18 ME,I,E

Fig 9. BIPM 公佈之 GPS 衛星追溯時間表