

中國人工增雨發展概要 與 兩岸合作的最佳模式

戴志輝 林博雄

Sep. 2015

- 中國人工增雨發展歷程
- 中國人工增雨現況
- 兩岸合作方式

中國氣象科學研究院 人工影響天氣研究所 (氣科院人影所)

觀測/作業平台

雲物理環境

人工增雨技術

1960

1. 高山、地面、飛機等觀測大氣核、雲/雨水量、雲滴譜
2. 雲室(cloud chamber)測量

「南方夏季對流雲實驗」計畫

1. 直徑 $<1\mu\text{m}$ 粒子多，次微米吸濕性粒子難起作用
2. $>100\mu\text{m}$ 粒子多，宜採大量(5~50 kg/km)大核(30 μm)粒子(鹽粒)
3. 增雨量來自於過冷水、暖雲水及水氣
4. 雲物理觀測顯示，鹽粒催化致100(1000) μm 雲(雨)滴增加10(27)倍

層狀雲

1. 作業化雲模式
2. 條件判據：多(過冷)雲滴少冰晶
3. 冷卻劑(乾冰)/成冰劑(AgI)→增加冰晶

1970

對流雲

1. 種雲數值實驗模擬人工冰核反應
2. 統計分析對流雲回波演變，建立依回波特徵作業之系統
3. 火箭/高砲發射AgI

1980

1. 大氣觀測與作業飛機改裝

「北方層狀雲實驗」計畫

1. 高層seeder(冰晶)_低層feeder(雲水)機制；冰晶濃度(過冷水)高(少)
2. 於地形增強低層雲凝結處增加冷雲粒子胚
3. 十多省氣溶膠、冰核分布特徵
4. 效果檢驗方法適用性
5. 增雨自然條件選擇

1. 示範區水資源及降水過程探測
2. 改進及業務化增雨雲模式，提供作業條件/催化劑選擇依據
3. 改進效果檢驗的統計方法

1990

2000

1. 增雨探測與作業飛機設備/技術整合
2. 雷達(偏極化)
3. 衛星反演雲物理參數
4. UAV施作

1. 取得多省、市的降水物理觀測資料

1. 示範區水資源及降水過程探測
2. 改進及業務化增雨雲模式，提供作業條件/催化劑選擇依據
3. 改進效果檢驗的統計方法
4. 技術整合平台
5. 施作技術輸出(古巴、沙烏地阿拉伯、智利等國)與降雨統計

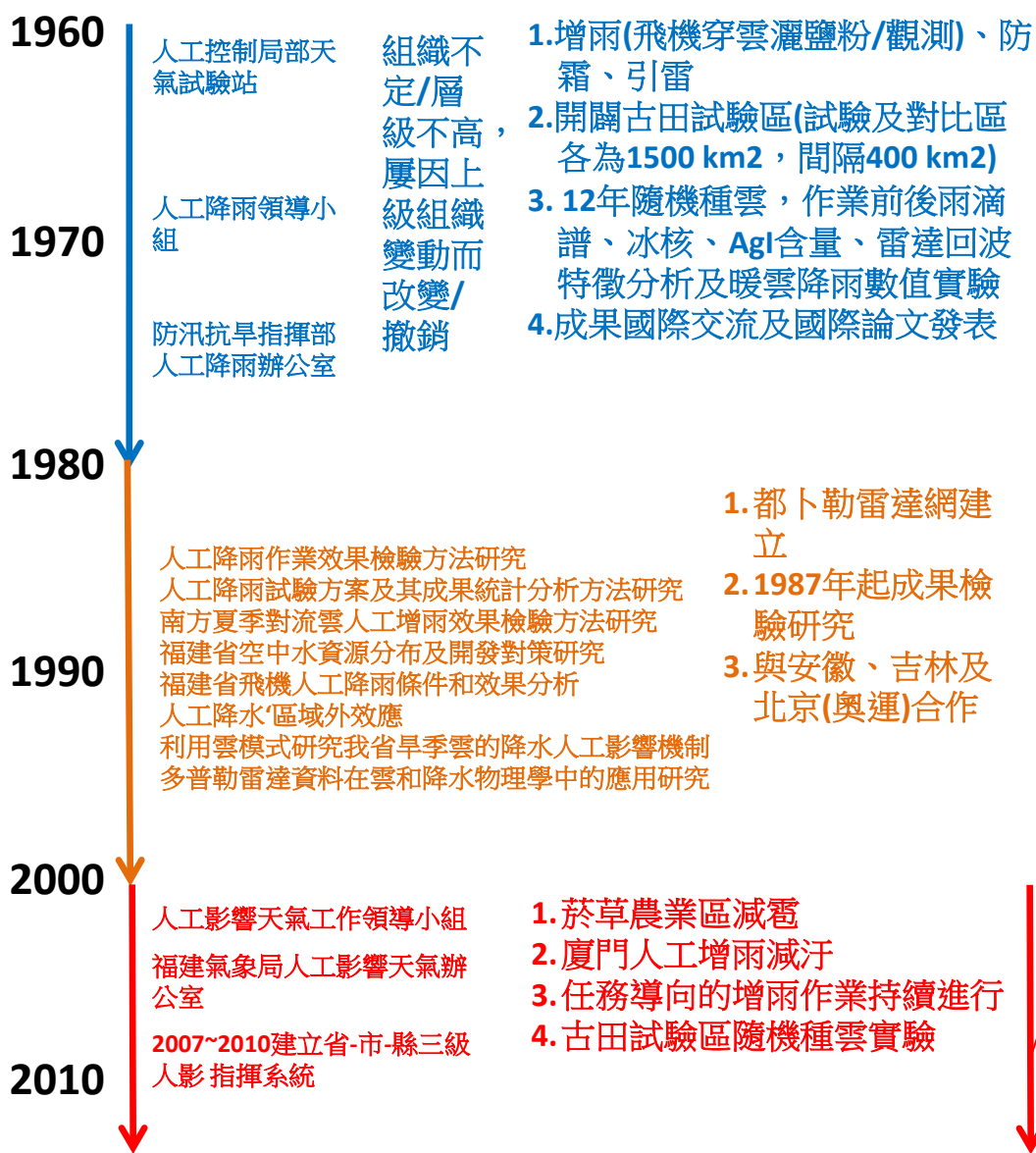
2010

福建氣象局 人工影響天氣辦公室

組織架構

實作與驗證

人工增雨技術



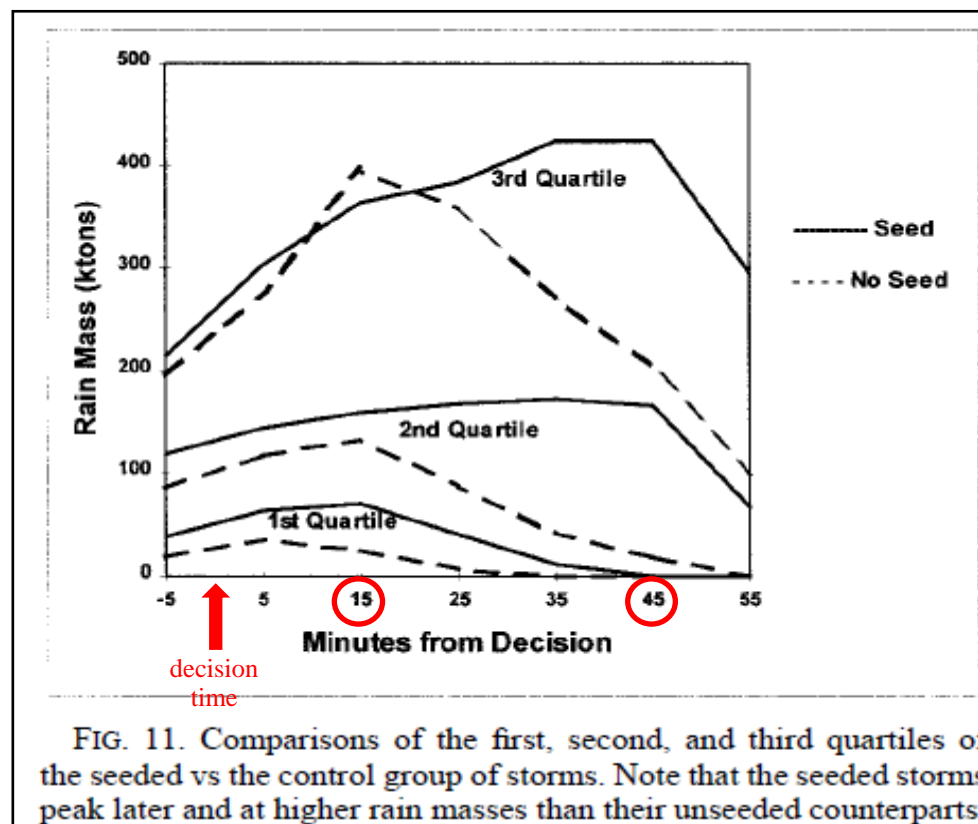
1. 2002年起系統性人員培訓
2. 2008年為止，共有9個市級作業機構、59個縣級作業單位，作業點553處、火箭發射架141台、指揮體系都卜勒雷達4部
3. 具有地方特色的示範基地：
古田水庫—人工增雨
廈門—人工降雨淨化城市空氣質量
閩西北—煙種植區人工防雹
4. 2006年福建氣象局制定“福建省人工影響天氣安全管理暫行辦法”，規範作業資質、人影彈安全、裝備安全、空域安全、作業安全、轉場安全、安全檢查及事故處理等8部分
5. 效果評估系統
6. 人工增雨及防雹基地建設

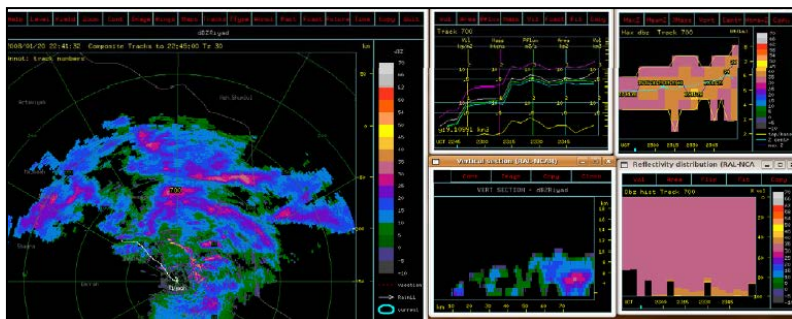
- 中國人工增雨發展歷程
- 中國人工增雨現況
- 兩岸合作方式

國際上普遍認可之人工增雨效果檢驗必須包括：

- (1)長期隨機種雲實驗(降雨統計驗證)
- (2)雲觀測(物理驗證)

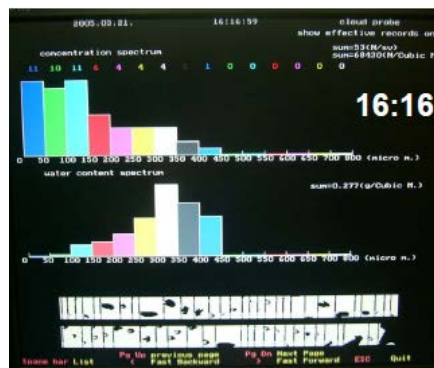
South African Cloud-Seeding Experiments(Mather et al. 1997)





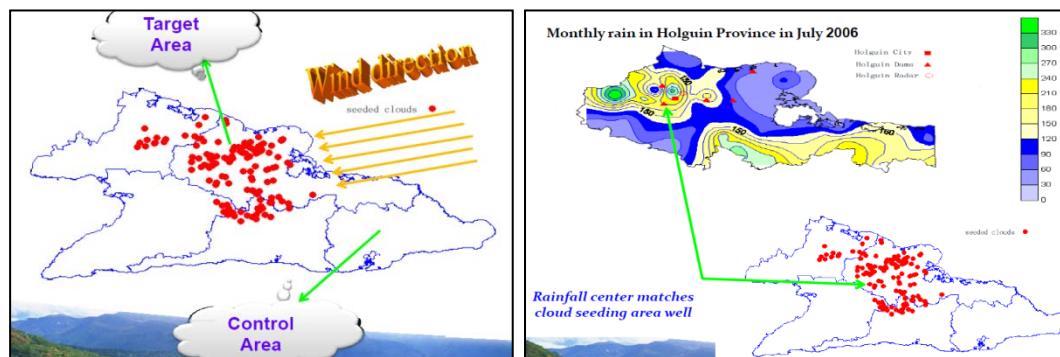
spring 2005 河南
(作業前後雷達回波及雲物理參數、雨量及雨滴譜觀測)

Nov. 2007 ~ May 2008 沙烏地阿拉伯
(作業前後雷達回波參數)



物理檢驗

中國氣科院 姚展予(2014)



統計檢驗

2005 ~ 2007 古巴
(非隨機化統計檢驗)

山东、福建、海南、吉林

2015 ~
(隨機化統計檢驗)



- 中國人工增雨發展歷程
- 中國人工增雨現況
- 兩岸合作方式



經濟部水利署
災害緊急應變小組服務網

資料接收

```
CB0-238 CB1-412 CB2-401 CB3-401 CB4-401  
CB11-401 CB12-401 CB13-401 CB14-401 CB15-401  
CB16-401 CB17-401 CB18-401 CB19-401 CB20-401  
CB21-401 CB22-401 CB23-401 CB24-401 CB25-401  
CB26-401 CB27-401 CB28-401 CB29-401 CB30-401  
CB31-401
```

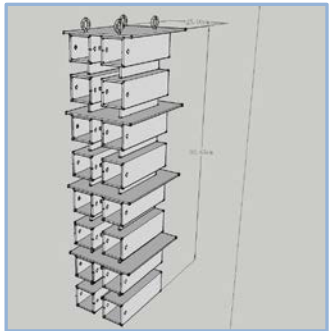
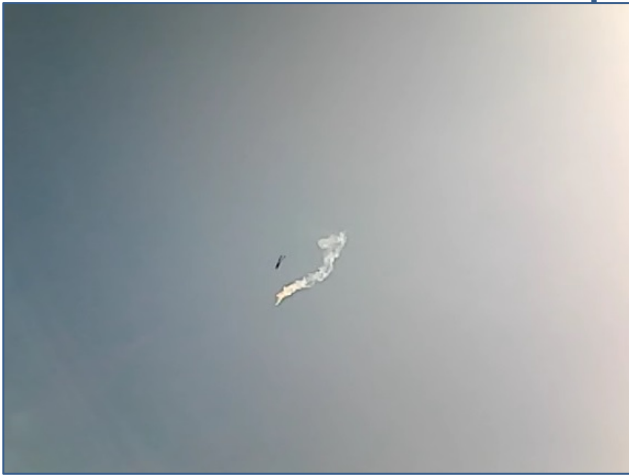
Time: 14:07:12

地網訊號強度	1	2	3	4	5	6	7	8
地網電壓電程	9	10	11	12	13	14	15	16
點火	17	18	19	20	21	22	23	24
連線測試	25	26	27	28	29	30	31	32

遠端裝置 55% 已連結



國產焰劑與投射平台





Total rainfall and rainfall differences from 9 a.m. 25 to 8 a.m. 26 August 2006

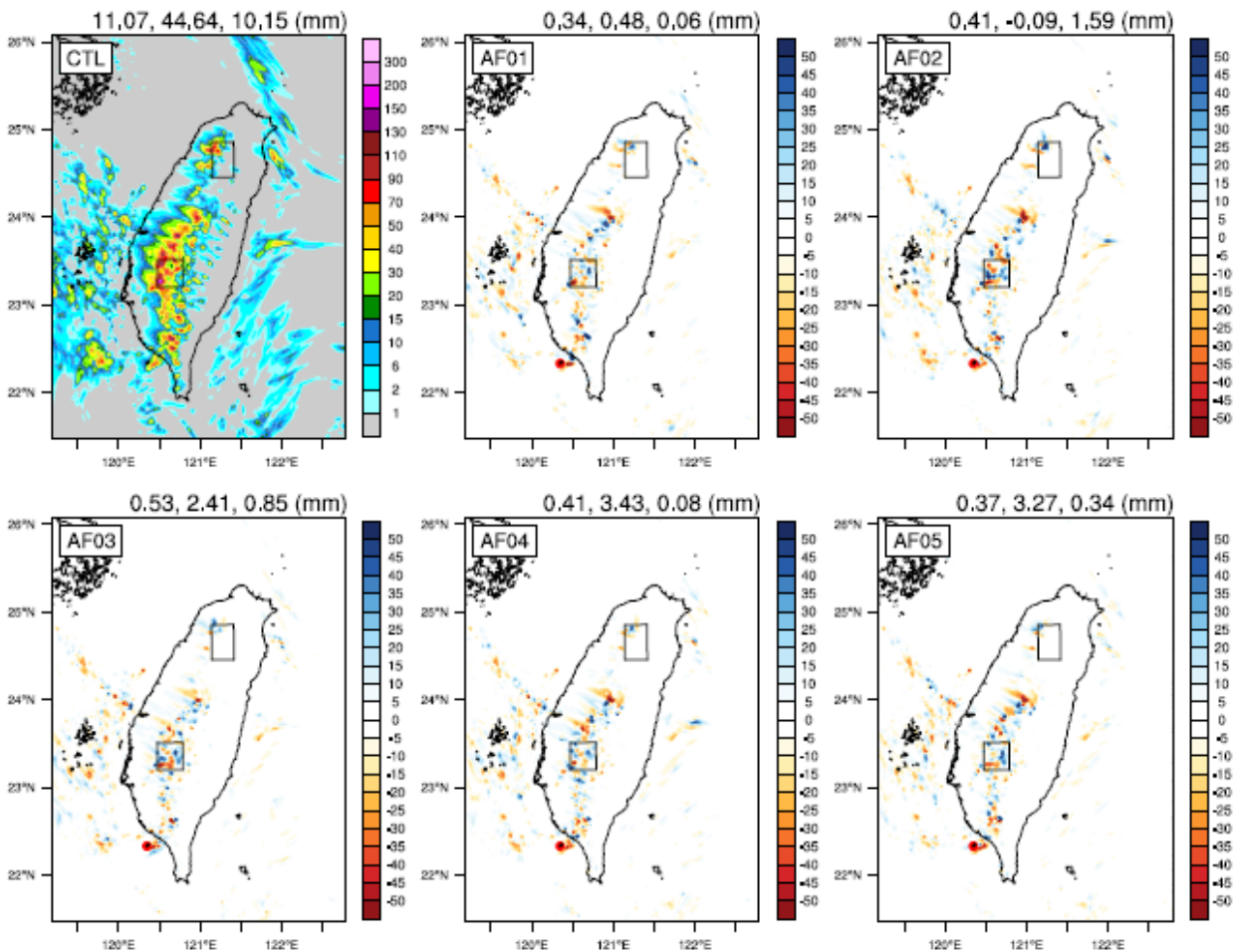
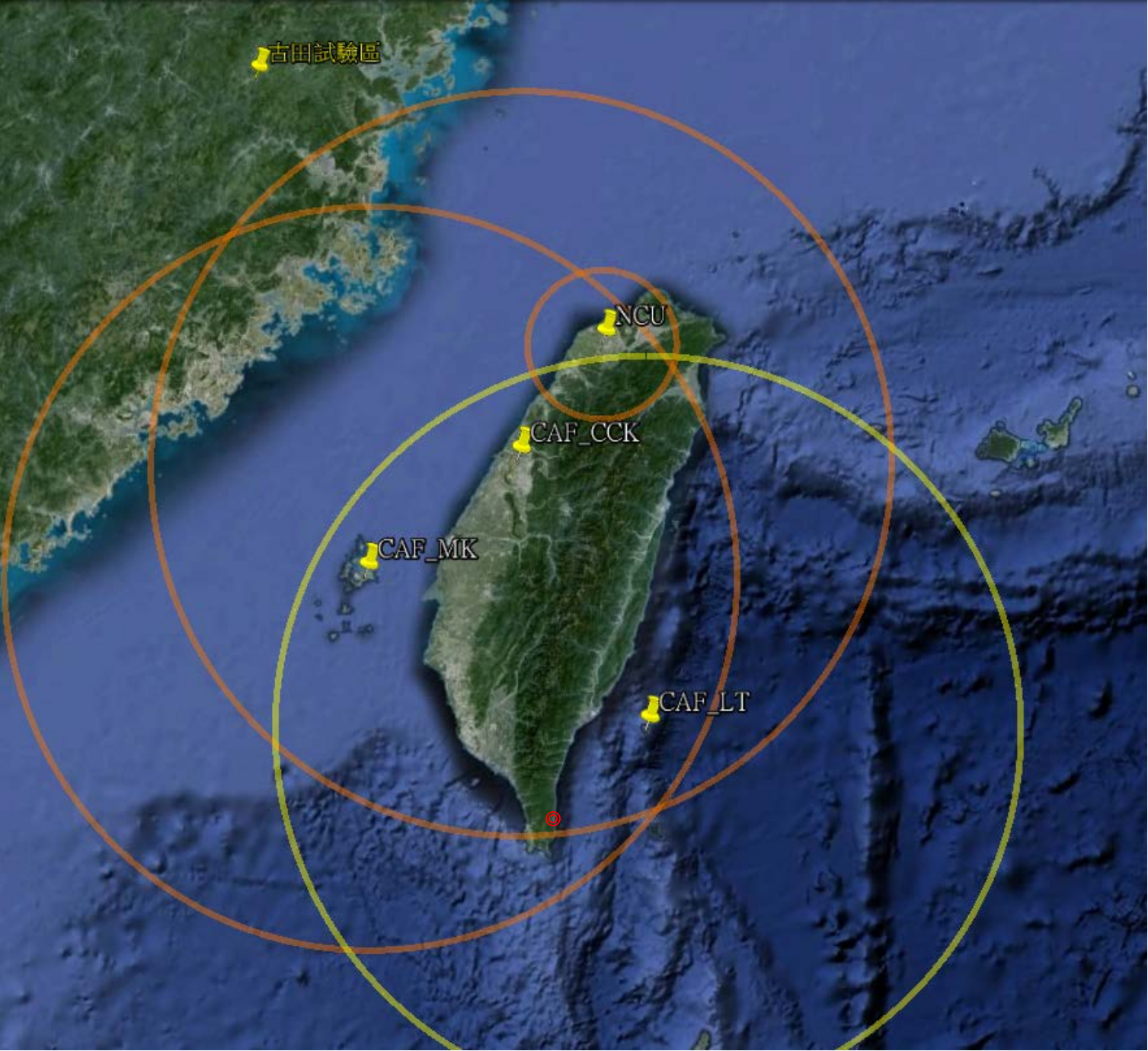


Table 3: List of parameters of flare seeding tests during 08 LT 25 August to 08 LT 26 August 2006. The first and second letter in "case" indicate the type of ambient aerosol (e.g. "A" for averaged continental) and seeding method (i.e. "F" for flare), respectively. Constitutions of each flare type used in each case could be referred to Table 2. The last three column show the accumulated rainfall differences from the control run at Taiwan Island and the two water catchment zones.

Case	Type	Location	Height (m)	Spectrum	Amounts (kg)	Time (LT)	Accu. Rainfall diff. (%)		
							Taiwan	Zengwen	Shihmen
AF01	1	Lamay Island	0.9757	Full	5	0900	3.07	1.08	0.59
AF02	1	Lamay Island	0.9757	Full	5	0900	3.70	-0.20	15.67
AF03	1	Lamay Island	0.9757	Full	10	0900	4.79	5.40	8.37
AF04	1	Lamay Island	0.9757	Full	50	0900	3.70	7.68	0.79
AF05	1	Lamay Island	0.9757	Full	100	0900	3.34	7.33	3.25
AF06	1	Lamay Island	0.8905	Full	1	0900	3.25	7.21	14.58
AF07	1	Lamay Island	0.6318	Full	1	0900	2.71	-4.66	-7.98
AF08	1	Zengwen Dam	0.9757	Full	1	0900	4.61	-2.04	9.36
AF09	1	Shihmen Dam	0.9757	Full	1	0900	2.89	-2.44	6.80
AF10	1	Lamay Island	0.9757	Mode 1	1	0900	0.54	6.43	5.81
AF11	1	Lamay Island	0.9757	Mode 2	1	0900	3.34	2.64	15.27
AF12	1	Lamay Island	0.9757	Full	1	1330	1.54	2.26	-6.40
AF13	1	Zengwen Dam	0.9757	Full	1	1330	2.26	4.35	-3.65
AF14	1	Shihmen Dam	0.9757	Full	1	1330	0.63	-0.45	3.45
AF15	2	Lamay Island	0.9757	Full	1	0900	2.35	7.84	3.45
AF16	3	Lamay Island	0.9757	Full	1	0900	4.79	4.53	-5.62
AF17	4	Lamay Island	0.9757	Full	1	0900	4.07	11.51	1.87
AF18	5	Lamay Island	0.9757	Full	1	0900	4.07	8.11	6.50
AF19	6	Lamay Island	0.9757	Full	1	0900	3.61	6.77	0.30

Figure 17: Simulated total rainfall of control run from 09 LT 25 August to 08 LT 26 August 2006 with averaged continental type of ambient aerosol (indicated by "CTL"). The rest show the rainfall differences resulting from seeding with different amount of flare. The colour dots on map indicate the locations of conducting flare seeding. The numbers on the top-right corner of each plot indicate either the averaged precipitation amount (in control case) or precipitation differences (in seeded cases) at Taiwan Island, the Zengwen, and the Shihmen catchment zone, respectively. See text and Table 3 for more details).



空中隨機種雲
種雲前後降雨及雲微物理觀測
地面降雨量統計

數值種雲實驗
偏極化雷達觀測

Thanks

古田水庫
2014



廈門
2015

