



本期內容

- 專題報導：衛星偵測、追蹤和識別系統介紹
- 新聞報導：國家太空中心升格行政法人
- 活動報導：Satellite 2022
第二屆第四次理監事聯席會議
- 課程資訊：衛星系統工程課程、低軌道衛星通訊課程
- 電子報徵稿：公司簡介募集、文章募集

發行人: 吳宗信

編輯群: 黃楓台、張瑞中

● 專題報導

衛星偵測、追蹤和識別系統介紹

文/國家太空中心 方振洲博士

一、前言

最近一篇有關火箭助推器撞擊月球背面的新聞說明識別太空物體的困難，比爾·格雷(Bill Gray)在他所經營的冥王星計畫(Project Pluto) 網頁上報導，於西元 2022 年 3 月 4 日墜毀在月球上背面的人造物體，原先以為是屬於 SpaceX 於 2015 年執行 DSCOVR 任務的獵鷹九號的次級推進器(代號:2015-007B)，最近比爾更正指出實際上此物體是中國航天執行探月工程三期的再入返回飛行試驗任務所留下的火箭殘骸(又叫嫦娥 5 號 T1 飛行試驗器，代號:2014-065B)[1][2]。

過去大多數的發射載具都涉及發射一枚主要酬載(一顆大型衛星)，而作為次要酬載的小型衛星有時會在到達大衛星軌道的途中“釋放”或者與大衛星一起進入最終任務軌道。在這兩類的發射情況下，通過衛星大小和軌道參數來區分主要和次要酬載通常

並不困難。然而，最近盛行的所謂“共乘”發射，整合商發射多枚小型衛星、立方衛星(及口袋衛星)，以填補發射火箭的過剩容量空間並進而滿足配重的需求。考量技術和成本原因，此類發射通常會在短時間內將小型衛星，特別是立方衛星(及口袋衛星)釋放及部署到非常相近的軌道上。這種“批量”發射會導致稱為“立方衛星混亂(CubeSat Confusion)”的效應[3][4]；通過在太空中近距離之間發射釋放立方衛星，它們很難相互區分；現有的太空交通管理和太空態勢感知(Space Situation Awareness，簡稱 SSA)系統沒辦法對同時這麼多新的太空物體做出及時偵測、追蹤和識別(Detection/Tracking/Identification，簡稱 DTI)的反應。

小型衛星可以通過發射前與追蹤機構進行協調、共享明確定義且格式一致的兩行軌道要素(Two Line Element，簡稱 TLE) 集資訊以及仔細考慮部署來提高其被識別和追蹤的機會。通常良好的衛星設計可以提高小型衛星在發射和早期軌道檢查時倖存的機會，也可以利用太空商業射頻網路作為主要系統故障時的“備用”通訊方法。然而，儘管在設計和協調方面都有所改進，許多小型衛星仍然難以識別。本文介紹目前廣為使用的太空追蹤和識別地面系統，也介紹解決立方衛星混亂效應的衛星追蹤輔助系統。[3][5]

二、衛星 DTI 地面系統

2.1 美國 SSA 任務 – JSpOC 及 CSpOC 聯合太空作戰中心

美國聯合太空作戰中心 (Joint Space Operations Center, 簡稱 JSpOC) 最早成立於 2005 年, 主要負責執行太空監視並為美國國防部以及其他機構和太空實體提供基本的 SSA 資訊。自 2016 年 7 月起, 該角色由美國第 18 太空控制中隊 (18th Space Control Squadron, 簡稱 18 SPCS) 提供, 包括地球軌道上人造物體的 DTI, 維護並公開所獲得的太空資訊(又稱為太空目錄)放在 space-track.org 官網上。18 SPCS 與聯合太空作戰中心位處於南加州范登堡空軍基地(VAFB)。他們提供發射期間的發射支援和衛星交會(Conjunction)評估, 以確定發射後的衛星和其他編目在軌物體之間的近距離接近, 並進行避免碰撞和再入軌的分析與評估。這主要是通過位處全球多個地面追蹤站所組成的美國太空監視網路 (Space Surveillance Network, 簡稱 SSN) 來實現及執行。18 SPCS 能夠追蹤目前軌道上的 23,000 多個物體, 並提供小至 10 公分的碎片的數據和分析。他們定期發佈及更新 TLE, 此資訊可用於預測軌道星曆和進行避免碰撞的交會分析。此 JSpOC 任務於 2018 年 7 月, 轉到共同太空作戰中心 (Combined Space Operations Center, 簡稱 CSpOC)繼續執行。

於 2020 年 3 月正式投入營運的太空圍籬 (Space Fence) 系統是美國太空軍的下世代 SSA 系統, 由位於美國阿拉巴馬州亨茨維爾市的第 20 太空控制中隊(20 SPCS)負責管理此系統, 並向 18 SPCS 提供資料以完成太空目錄的編目並提供給 SSN, 此系統主要追蹤近地軌道(LEO)上的任何物體, 它也可以追蹤中地球軌道 (MEO)和地球靜止赤道軌道(GEO)上的物體, 並提供小於 10 公分的物體資訊。SSN 在馬紹爾群島共和國的瓜加林島(Kwajalein Island), 佈署一套 S 頻段雷達天線系統。SSN 中的另一個雷達天線是海斯塔克超寬頻衛星影像雷達 (Haystack Ultra wideband Satellite Imaging Radar, 簡稱 HUSIR), 它是世界上解析度最高的長距離雷達。HUSIR 可以同時產生 X 和 W 頻段影像, 這些影像可以提供有關地球軌道物體大小、形狀和方向的資訊。

位於美國國家航空暨太空總署(NASA)的戈達德太空飛行中心 (Goddard Space Flight Center) 的交會評估風險分析 (Conjunction Assessment Risk Analysis, 簡稱 CARA) 團隊是 CSpOC 和衛星任務

之間的重要中介。CARA 收集每日軌道星曆和共變異數(Covariance)的文件, 並將資料提供給 CSpOC 進行篩選和近距離交會評估。CARA 對於 NASA 的任務會提供比 CSpOC 更多的資訊, 包括: 開發操作概念、計算碰撞概率統計、通知高興趣事件、以及分析近距離幾何交會等功能資訊。

2.2 各國 SSA 任務

歐洲的法國航太總署 (CNES) 自 2012 年以來, 使用類似 CARA 的 CAESAR 團隊執行其 SSA 任務。俄羅斯、中國、和印度都有類似的系統執行其 SSA 系統。日本預計於 2022 年建置其 SSA 系統。

2.3 COMSPOC 中心

除了各國政府機構以外, 一些商業機構也正在向相關利益機構提供追蹤資訊。其中包括: 美國 Analytical Graphics, Inc. (AGI, An Ansys Company), 該公司通過其商業太空運營中心 (Commercial Space Operations Center, 簡稱 COMSPOC)提供來自商業 SSA 的資料。

2.4 EGTN 網路

位於美國加州橘郡山麓牧場(Foothill Ranch)市的 ExoAnalytic 新創公司擁有一個全球望遠鏡網路 (ExoAnalytic Global Telescope Network, 簡稱 EGTN), 由超過 25 個天文台和 275 台望遠鏡組成, 可用於追蹤 GEO、高橢圓軌道(HEO)和 MEO 中的軌道物體。EGTN 可以收集角度和亮度測量值。他們還維護著定期追蹤和編目的衛星和太空碎片的專有目錄。裡面包括超過 1 億個物體測量值的歷史檔案。

2.5 LeoTrack 平台

LeoLabs 是另一家商業實體新創公司, 該公司提供衛星追蹤詳細資訊。他們使用一組分佈式地基相控陣雷達來製作商業現貨 (COTS) 衛星追蹤服務, 以滿足 LEO 小衛星運營商的特定要求。目前他們在美國有兩個雷達站, 在紐西蘭、哥斯達黎加和亞速爾群島 (Azores)也設有雷達站。計劃在 2021 年完成在世界各地部屬六個戰略雷達, 這些雷達將能夠追蹤小至 2 公分的物體。預計每天能對特定物體進行超過 10 次的再訪觀測, 並維護及追蹤超過 250,000 件的近地軌道目錄。通過他們提供的 LeoTrack 平台, 他們可以提供小至 1U 的立方衛星的雷達資料以執行精

確追蹤和策劃軌道資訊產品。他們的系統包括一個開源圖形用戶界面(GUI)，能夠實時顯示所有目錄，以及每個單獨物體的基本軌道資訊。最近 LeoLabs 公司宣布他們的商業發射和早期軌道服務客戶，包括：Planet、SpaceX 及 OneWeb [6]。

三、衛星 DTI 輔助系統

為了解決“批量”發射所導致的“立方衛星混亂”效應，表一列舉了 5 個類別的(立方)衛星 DTI 輔助系統[3][5]，每個類別都有其優缺點。每個類別的儀器(或元件)大小尺寸、重量和成本各不相同，但都可以兼容於立方衛星的任務；有關尺寸、重量和功率 (SWaP) 的詳細資訊，可參閱所列參考資料。

DTI 輔助系統	描述和參考任務	TRL	優點	缺點
衛星位置和無線 ID 裝置	提供位置、導航和定時 (PNT) 的 GNSS 接收器安裝，可通過低軌通訊發送 PNT 資訊(或特過供應商與地面站聯絡)。現有產品：NewSpace Launch (NSL) BlackBox Ssystem [7]或 Blinker [8]	7-9	提供獨立於立方衛星健康資訊的衛星 ID 及公尺級位置近實時衛星資訊。此裝置也可提供翻滾資訊	目前成本 1.5 萬 USD。如果用於任務，必須申請 FCC 執照
衛星外部放置具光源編碼的光訊號裝置	衛星外部放置 LED (或雷射)，地面使用大口徑望遠鏡接收此 LED 光訊號(LEDsat)[9]，或裝置帶有光子器計數的相機 (LANL ELORI) [10]	6-7	質量很輕且成本低廉。利用地面望遠鏡提供軌道的更新資訊	低 TRL；尚未有商業架上現貨 (COTS) 供應
外置汎亞塔(Van Alta)陣列進行射頻訊問 (Interrogation)	外置汎亞塔陣列無線電頻率識別 (RFID) 標籤和對應雷達 (SRI CUBIT) [11]	7-9	質量很輕且成本低廉。利用地面望遠鏡提供軌道的更新資訊	尚未有商業架上現貨 (COTS) 供應，必須使用特殊雷達系統
雷射光訊問角方塊	可以連接一個或多個小型 CCR 於衛	7-9	獨立於方	尚未有商業架上現

DTI 輔助系統	描述和參考任務	TRL	優點	缺點
反射鏡裝置(CCR)	星外部，地面裝置雷射光源和識別所需的接收望遠鏡 [12]		資料，提供公分級衛星位置資訊	貨 (COTS) 供應，需要空間安裝多個小型 CCR
被動式增加能見度裝置	使用高反射率的鋁合金塗料、特殊膠帶等以提高衛星能見度的方法[13]	7-9	便宜、方法簡單	不能唯一地識別衛星，有限的有效性

四、結論

本文介紹了衛星 DTI 地面系統，以及表列目前發展中的(立方)衛星追蹤輔助系統。共乘發射提供了一種非常經濟有效的方式來將大量衛星送入太空軌道。未來小型衛星和立方衛星會繼續流行，如何提高在太空中 DTI 衛星的能力——尤其是那些從單一火箭進行批量部署的衛星——將可避免“立方體衛星混亂”的效應發生。

參考資料

- [1] Bill Gray, “Corrected identification of object about to hit the moon” 16 Feb. 2022. <https://www.projectpluto.com/temp/correct.htm>
- [2] Ramin Skibba, “How to Deal With Rocket Boosters and Other Giant Space Garbage,” 31 Jan. 2022. <https://www.wired.com/story/how-to-deal-with-rocket-boosters-and-other-giant-space-garbage/>
- [3] Mark A. Skinner, “CubeSat Confusion: Technical and Regulatory Consideration,” 17 Jan. 2021, https://csp.s.aerospace.org/sites/default/files/2021-08/Skinner_CubeSatConfusion_20210107.pdf
- [4] Episode 48: CubeSat Industry Day Outbrief, The Space Policy Show Research Area - Space Traffic Operations & Debris, 1/14/2021. <https://www.youtube.com/watch?v=Ci6AIIx8ajo>
- [5] NASA/TP—20210021263, State-of-the-Art Small Spacecraft Technology – Chapter 12 Identification and Tracking Systems, Small Spacecraft Systems Virtual Institute, Ames Research Center, Moffett Field, California, Oct. 2021. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/12.soa_id_tracking_2021_1.pdf
- [6] Mark Boggett, “LeoLabs signs contracts with the worlds 3 largest constellations,” Seraphim Capital, 9 Feb. 2022. <https://seraphimcapital.passle.net/post/102hifr/leolabs-signs-contracts-with-the-worlds-3-largest-constellations>
- [7] Voss, H.D., Dailey, J.F., Orvis, M.B.: “‘Black Box’ Beacon for Mission Success, Insurance, and Debris Mitigation.” SSC18-PII-11, 32nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, Logan UT. 2018.
- [8] Abraham, A.J.: “GPS Transponders for Space Traffic Management.”

Center for Space Policy & Strategy, Aerospace Corporation, April 2018.

- [9] Cutler, J., Seitzer, P., Lee, C.H., et al.: "Improved Orbit Determination of LEO CubeSats: Project LEDsat." AMOS Technologies Conference, 9/19–22/2017, Maui, Hawai`i.
- [10] Palmer, D.M., Holmes, R.M.: "ELROI: A License Plate for Your Satellite." Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 55, No. 4. pp. 1014-1023. 2018.
- [11] Phan, Samson: "Spaceflight Industries' SSO-A Flight Launches with SRI International's CUBIT Technology Onboard, Developed to Track and Identify Low Earth Orbit Satellites." <https://www.sri.com/blog-archive/spaceflight-industries-sso-a-flight-launches-with-sri-internationals-cubit-technology-onboard-developed-to-track-and-identify-low-earth-orbit-satellites/>, retrieved 2/6/2022.
- [12] Kirchner, G., Grunwaldt, L., Neubert, R., Koidl, F., Barschke, M., Yoon, Z., Fiedler, H., Hollenstein, C.: "Laser Ranging to Nano-Satellites in LEO Orbits: Plans, Issues, Simulations." 18th International Workshop on Laser Ranging, Fujiyoshida, Japan. 2013.
- [13] Hall, D.: "Optical CubeSat Discrimination." AMOS Technical Conference, September 2008.

● 新聞報導

國家太空中心升格行政法人

立法院於 111 年 4 月 19 日三讀通過「國家太空中心設置條例」，原為財團法人國家實驗研究院下得國家太空中心，直接隸屬於科技部下。國家太空中心將負起協助科技部管理太空事務，並執行相關公權力事項，整合產學研相互鏈結，有效推動太空產業發展及人才培育，增加我國太空科技在國際競爭力。



行政法人後的國家太空中心，未來將推動台灣太空任務，包括：

- 一、研擬與執行國家太空計畫
- 二、進行太空科技之研發與技術移轉及增值應用
- 三、促進太空科技國際合作及交流
- 四、協助推動太空產業及技術升級輔導
- 五、進行太空事務相關法制研究
- 六、辦理國家發射場域相關業務
- 七、辦理發射載具與太空載具登錄及發射許可審查業務
- 八、培育太空科技人才與推廣太空科學普及教育及推動民間參與

● 活動報導

【Taiwan Space 台灣形象館】 Satellite 2022



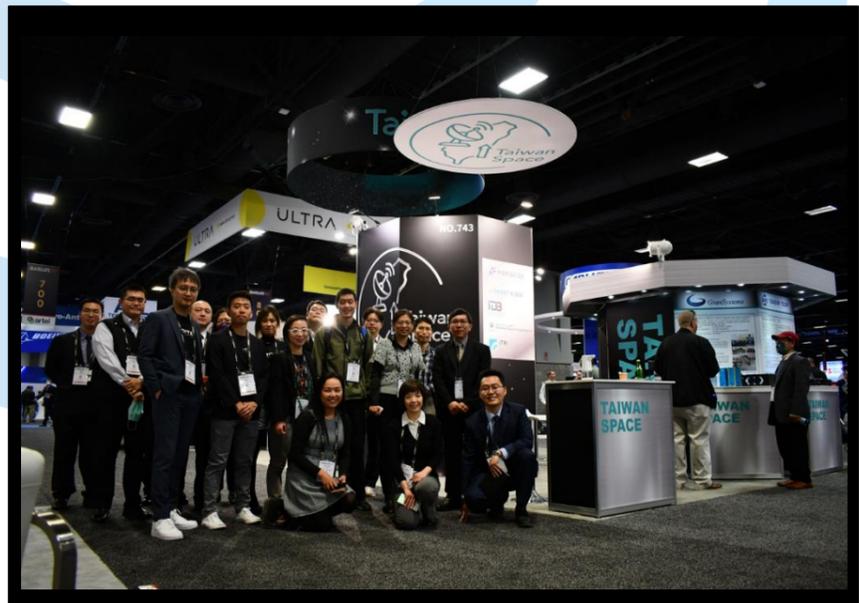
「Taiwan Space 台灣形象館」
Satellite 2022 於 3 月 21 日至 24 日在美國華盛頓特區舉行，超過 400 家國際衛星業者參展，台灣由科技部、經濟部工業局、國家太空中心、工業技術研究院、台灣太空產業發展協會、低軌衛星產業聯誼會等共同規劃「Taiwan Space 台灣形象館」。



國內太空業者升舉共襄盛舉

「Taiwan Space 台灣形象館」聯合國內 9 家具衛星產業相關業者共同展出。

1. 稜研科技-掌握毫米波(mmWave)技術與歐洲太空總署密切合作
2. 創未來科技-具備相控陣列雷達核心技術
3. 芳興科技-太空級衛星端通訊天線與地面大型站設計與建造能量
4. 鐳洋科技-低軌衛星地面設備相位陣列天線技術且已獲國際大廠青睞
5. 昇達科技-無線通訊之微波/毫米波與射頻頻率之前端被動元件及天線研製技術
6. 張量科技-獨創球形馬達控制衛星姿態技術
7. 廣碩科技-發射酬載服務
8. 中衛科技-衛星天線製造與從事單一系列產品開發製造
9. 蔚品國際-衛星天線製造與從事單一系列產品開發製造



Satellite 2022「Taiwan Space 台灣形象館」成功吸引近千位國際業者到訪，將台灣太空技術與產品推廣至國際，帶動國內太空產業鏈外，創造與國際接軌的合作商機。

雖然 Satellite 2022 剛落幕，Satellite 2023 已在籌備規劃中，也期望明年有更多太空領域國內廠商共襄盛舉。

第二屆第四次理監事聯席會議

111年4月15日

一、提案討論

提案	提案內容	後續進度追蹤
提案一	設立協會委員會。	1. 委員會初步規劃已完成 2. LINE 群組已建立，若還沒加入的會員請與秘書處聯繫。
提案二	協會網站生動化，並增加英文版。	網站初步架構已完成，並已交由網頁公司負責。



二、企業創新研發計畫

本次會議副秘書長提供針對企業創新計畫，政府目前相關補助資訊，並已發給各位會員做參考。



三、中華電信國際衛星電台導覽參訪



👉活動花絮👈

👉會議記錄👈

四、業務分享內容

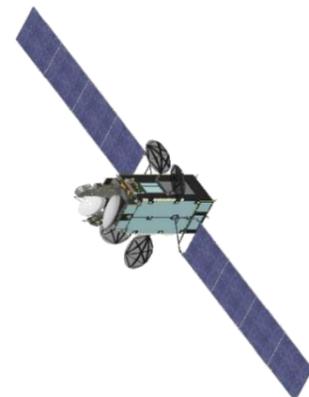
中華電信衛星通信服務



中華電信股份有限公司國際電信分公司

中華電信衛星通信服務

- ST-2 衛星轉頻器頻寬出租
- 電視廣播服務
- VSAT 企業專用網路
- 衛星行動基地台傳輸
- 衛星行動電話
- 海事通信
- 智慧船舶



創未來科技股份有限公司

創未來將相控陣列系統之技術應用在無人機偵測與低軌衛星通訊產業

一、無人機偵測

- T.Radar Pro 四公里探測距離，僅 14 公斤並可帶上飛機

二、低軌衛星

- 合成孔徑雷達(SAR)：低於一米的高解析度，僅重 200 公斤
- 衛星通訊酬載(PayLoad): 18-19GHz downlink 天線 28-30GHz uplink 天線
- 衛星訊號發射器：衛星到地面傳輸速度 (Downlink) 達 800 Mbps
- 地面訊號接收站：加入工業局主導的台灣低軌道衛星地面設備旗艦團隊，投入研發。

Space-Centric Digital City



Our Market Segments by Applications

	SatCom	Radar
	Performance	Power Consumption
Aerospace	B5G/6G SatCom Payload	Satellite Synthetic Aperture Radar
Ground	SatCom UT	Drone Surveillance Radar

Market / Tech Segments by Tron Future Tech Inc.

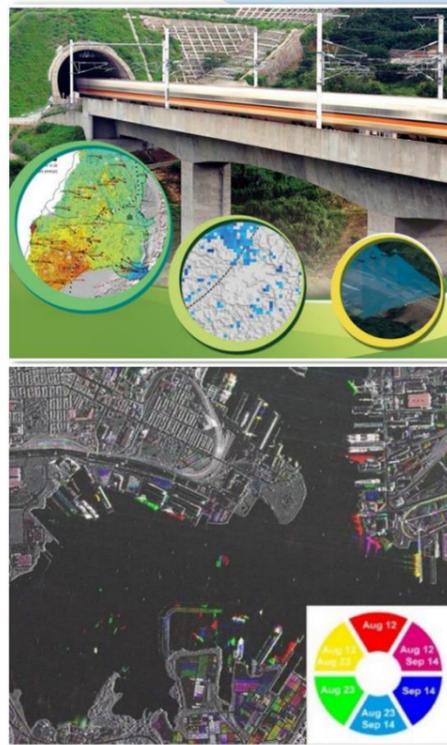
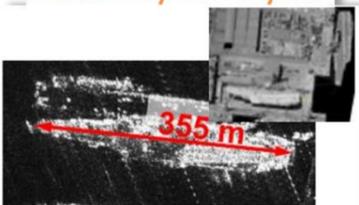
Agriculture



Landslide Monitor



Security Analysis



創宇航太股份有限公司

創宇專業於合成孔徑雷達(SAR) & Optical 衛星遙測應用和成像並萃取資訊，應用於農業、環保、交通、國安為主

- 一、軌道分析、衛星整合設計、圖資處理、遙測應用、InSAR 分析、DSM 處理
- 二、擁有義大利 Cosmo SAR 衛星和美國 BlackSky's 光學衛星影像代理權及圖資處理授權，低成本、高解析度、高再訪率
- 三、福衛 2 及 5 號影像代理權，執行影像增值服務、圖資倉儲。

● 課程資訊

01 衛星系統工程課程

旨在協助國內業者了解衛星系統工程的實務做法，以便國內業者應用到太空產業。課程闡述衛星系統工程的發展流程，包括系統定義、系統規格制定、介面控制、系統驗證、衛星系統操作等，並且透過由太空中心具有衛星系統工程實務經驗人員解說，達到理論與實務的結合。

時間	第一天	第二天
08:30~08:50	報到	報到
08:50~09:00	長官致詞	
09:00~09:50	衛星系統工程介紹 (太空中心 李國威)	衛星飛行軟體 (太空中心 孟效智)
09:50~10:30	衛星軌道分析 (太空中心 黃楓台)	衛星航電系統驗證@EDM (太空中心 孟效智)
10:30~10:40	休息	
10:40~12:00	衛星機械系統與機械元件 (太空中心 郭人爵)	衛星品保(PA) (太空中心 梁嘉凌)
12:00~13:00	中餐與休息	
13:00~14:30	衛星電機系統與電機元件 (太空中心 林信嘉)	衛星環測 (太空中心 曾坤樟)
14:30~14:40	休息	
14:40~16:00	衛星姿態控制系統與姿態控制元件 (太空中心 詹英文)	太空中心參觀-整測廠房 (太空中心 葉嘉靖) (40min) 太空中心參觀-操控中心 (太空中心 陳坤林) (40min)



活動日期：5/19-5/20
活動地點：國家太空中心
課程費用：5,800 元
課程詳情：[點我看更多資訊](#)

02 低軌道衛星通訊課程

旨在推廣太空產業應用，盼能藉由相關太空產業專班課程規劃讓國內相關產學研彼此交流與學習，並促進國內業者多加瞭解太空產業應用。

時間	第一天	第二天
08:50~09:05	報到	報到
09:05~09:10	長官致詞	
09:10~10:40	太空環境-發射、太空物理 (太空中心 丘政倫)	衛星通訊系統整合與驗測 I (工研院資通所 蔡岳霖/陳仕鵬)
10:40~10:50	休息	
10:50~12:20	太空軌道概論 (太空中心 丘政倫)	衛星通訊系統整合與驗測 II (工研院資通所 楊明達)
12:20~13:10	中餐與休息	
13:10~14:40	通訊酬載與地面通訊設備 I (資策會 曾巧靈)	衛星通訊系統整合與驗測 III (工研院材化所 李奕熿/金屬中心 林祐廷)
14:40~14:50	休息	
14:50~15:50	通訊酬載與地面通訊設備 II (工研院資通所 蔡華龍)	衛星通訊系統整合與驗測 IV (金屬中心 顏翰銘)
14:50~16:20		問卷



活動日期：6/13-6/14
活動地點：
台灣科學工業園區科學工業同業公會 201 會議室
課程費用：5,800 元
課程詳情：[點我看更多資訊](#)

● 電子報徵稿

TSIDA 電子報徵稿募集

01 公司簡介募集

為讓國內外業者更認識台灣太空產業及發展，電子報於下一期新增一專欄為台灣太空產業相關公司簡介，歡迎會員來信投稿，曝光行銷自己。

- 下一期新增一專欄為台灣太空產業相關**公司簡介**
- 讓國內外相關業者認識台灣太空產業
- **完整一整頁篇幅**
- 自家產品介紹
- 相關業務案例分享
- 相關求職求才分享
- 相關太空課程或活動

02 文章募集

協會電子報每 2 個月發行一次，同時在網站供閱讀。電子報內容主要為太空相關的發展趨勢與議題，歡迎會員來信投稿。

- 文章內容包括太空產業相關活動、技術資訊、研究分享等
- 文章篇幅以不超過 2000 字為度，若有照片或附圖者請附說明及來源
- 稿件若有抄襲之情事，由作者自負文責
- 稿件一經刊登，將依協會秘書處規定稿費支給標準奉致薄酬

~歡迎一起來投稿~

- * 投稿信箱 reesechang@narlabs.org.tw
- * 如有任何問題歡迎來電詢問，謝謝
03-578-4208 分機 7566

FOLLOW US ON

