

2025 HAPS論壇

平流層無人飛行載具的設計新思維

Stratosphere Unmanned Aerial Vehicles Design- Alternative Thinking

璿元科技股份有限公司

執行長 周玉端博士

Jun. 20, 2025



璿元科技股份有限公司
HY Tech. Co. Ltd.

• 現任

- 璿元科技股份有限公司執行長(<http://www.hytech.company>)
- 中華無人系統應用發展協會副理事長 (<http://www.cusada.org>)
- 亞洲無人機AI創新應用研發中心教育推廣組長

• 無人機專案

- 國家實驗研究院國防科技多旋翼無人機(2023)
- 垂直起降無人機三項購案(2021-2023)
- 供電巡檢用無人機(2021)

• 學經歷

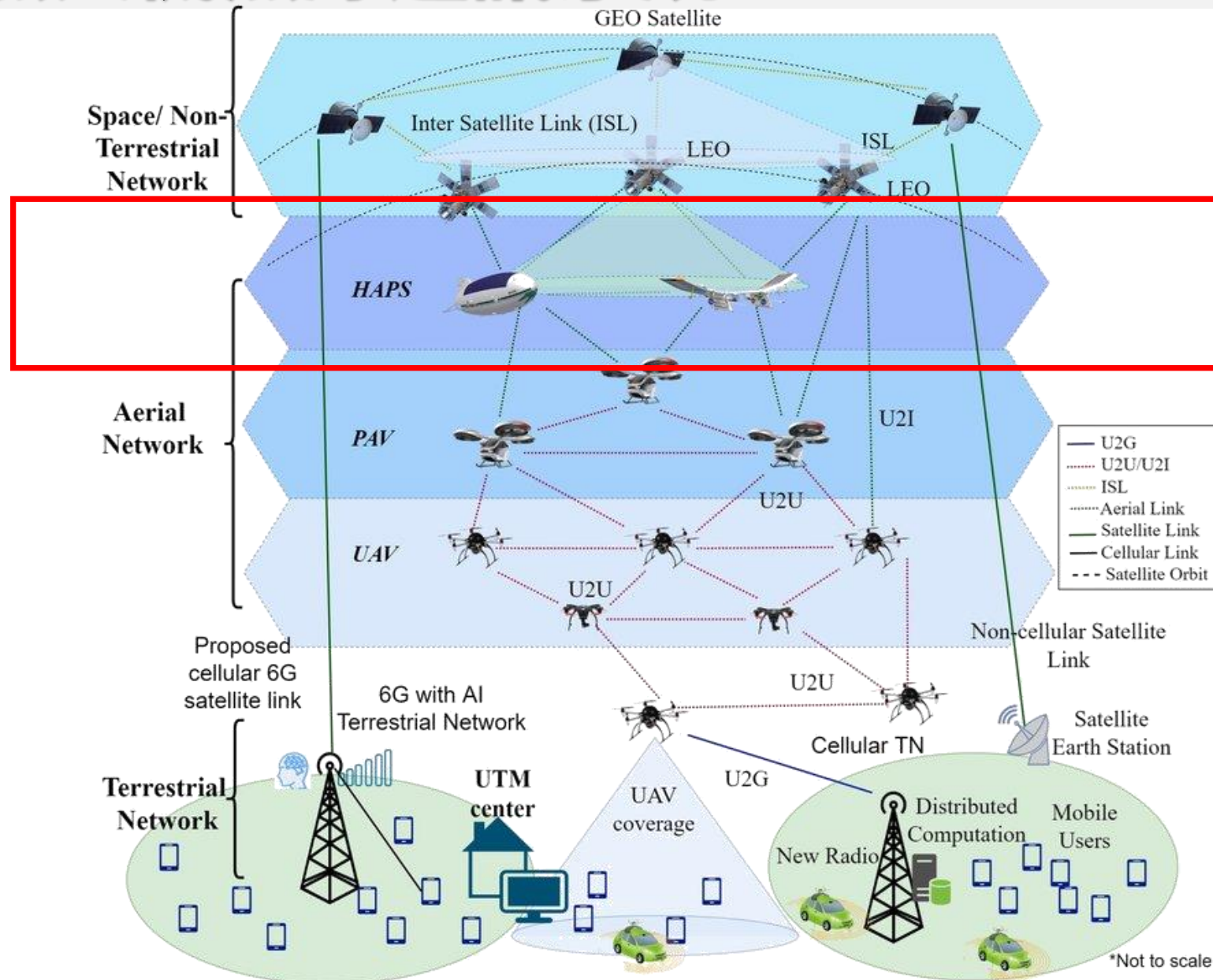
- 國立成功大學 航空太空工程博士
- 民用航空局無人機術科操作證監評人員(無人飛機、無人多旋翼機)
- 國家考試(考試院)：航空工程技師(1996)
- UTC無人機操作技術(航拍、巡檢)認證考官
- 空軍43131C飛機助理維護士
- 自強工程顧問有限公司無人機部門執行長
- 嘉南藥理大學應用空間資訊系主任
- 永達技術學院研究發展處長、創新育成中心主任
- 亞洲航空公司研究發展處專案經理(744 Cargo conversion, Auto Galley)
- 國產汽車公司開發部工程師(Astra T92, Citeron C15)

• 專業領域

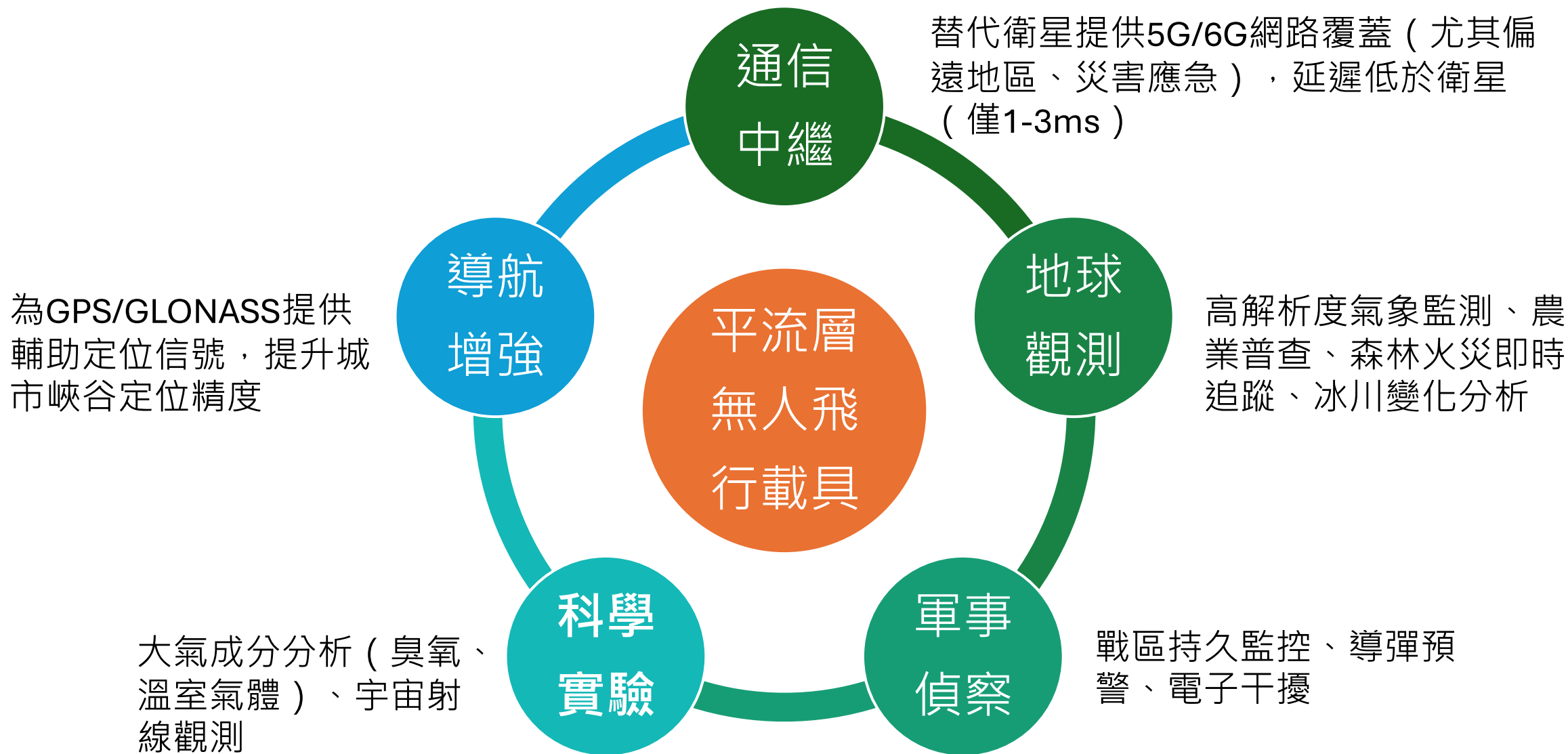
- 無人機操作證A(Ia)：G1,G2,G3；B(IIc)：G2；C(Ib)：G1, G2, G3
- 無人機測繪影像2D/3D地圖、無人機設計與製作、智慧城市規劃



不同航高無人機無線通訊系統

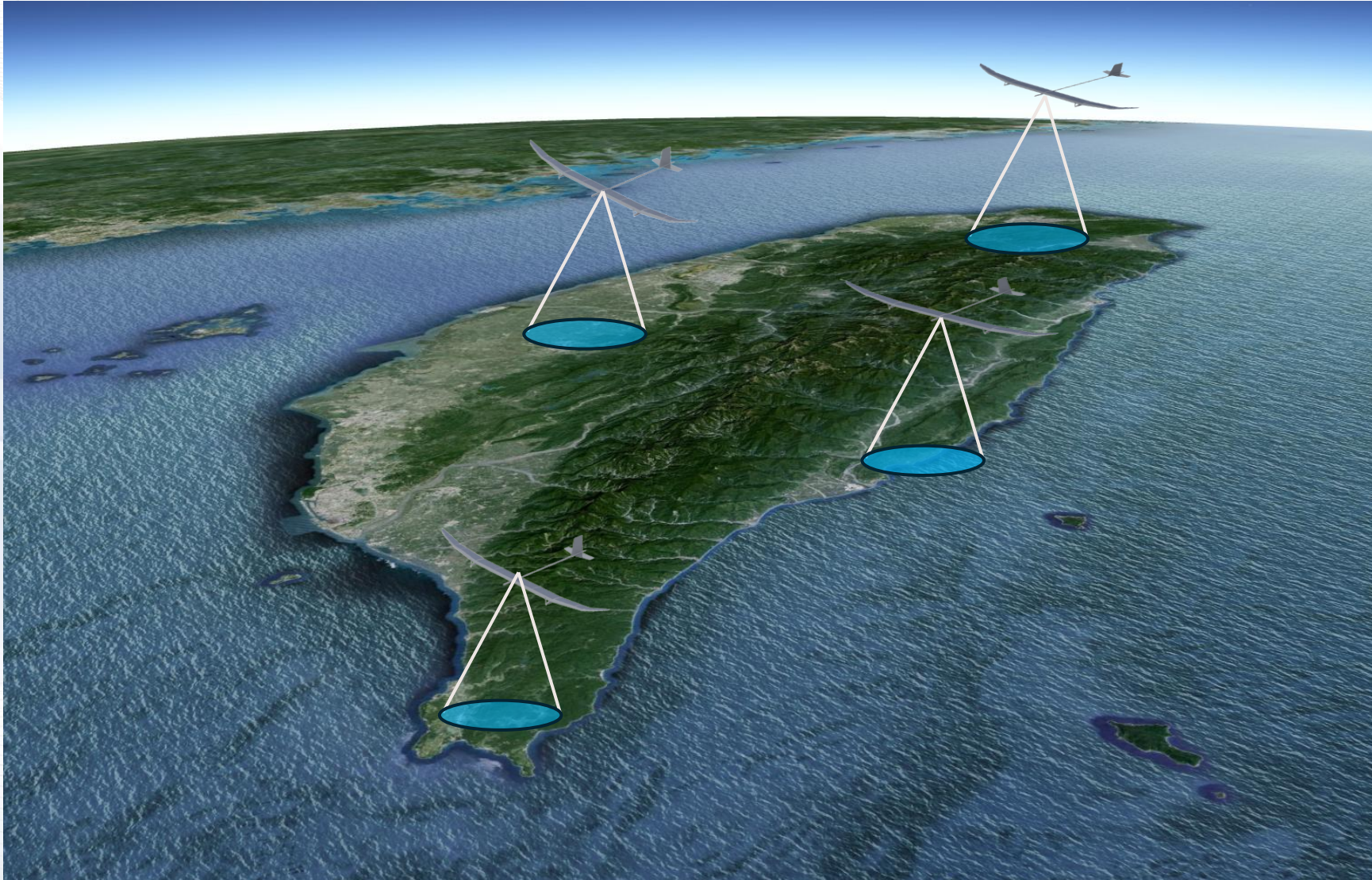


平流層無人飛行載具應用領域



經濟價值：據Morgan Stanley預測，2040年HAPS市場將達**170億美元**，通信占比超60%。

Operation Scenario in Taiwan



Technical Requirement

- Flight Height: 20000m
- Endurance: 6 months
- Payload: 25kg
- Long Rang Camera, B5G/6G Communication, Positioning

Commercial Requirement

- Drone: 12-15 (2500km²/UAV)
- Ground Station: 4
- Human: 200

Applications

- Communications
- Military surveillance
- Commercial Communications
- Maritime Surveillance
- Civil and Border Security
- Earth Observation
- Environmental Monitoring
- Agricultural Monitoring

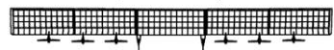
發展歷史與近況

- 1990年代：NASA啟動"環境觀察者" (Environmental Observer) 專案，驗證太陽能無人機概念
- 2003年：美國AeroVironment "太陽神" (Helios) 原型機創下29.5km飛行高度紀錄，後因湍流解體
- 2010-2018年
 - Google收購Titan Aerospace (太陽能無人機)，後併入Project Loon
 - Facebook "Aquila" 專案試飛後終止 (技術瓶頸+政策限制)
- 2020年代
 - 歐洲 "HAPS4ESA" 計畫推動商業應用 (Airbus主導)
 - 中國"啟明星"、"彩虹"系列多次試飛，目標構建"臨近空間資訊網"
- 近況 (2023-2024)
 - 技術突破
 - Zephyr S 實現連續飛行42天 (2022年)，驗證極端環境可靠性。
 - 中國 FH-98 大型無人機完成20km高度物資投送測試。
 - 商業部署
 - Softbank HAPSMobile 在阿拉斯加測試偏遠地區LTE覆蓋。
 - 德國 HAPSL 公司獲歐盟資金，開發農業監測服務。
 - 軍事競爭
 - 美軍 "毒液" (VENOM) 項目推進多架HAPS協同偵察。
 - 伊朗宣稱 "梅爾薩德" (Mersad) 無人機可監視波斯灣。

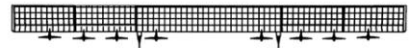
AeroVironment Helios Prototype



Pathfinder (1981-1997)



Pathfinder Plus (1997-1998)



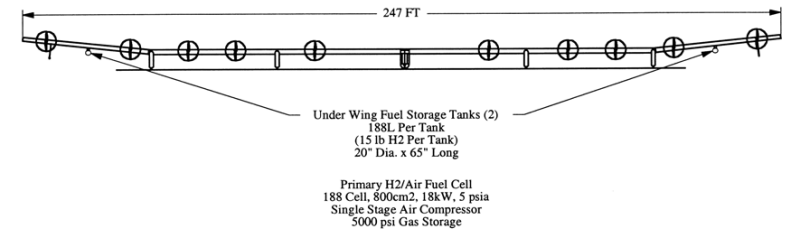
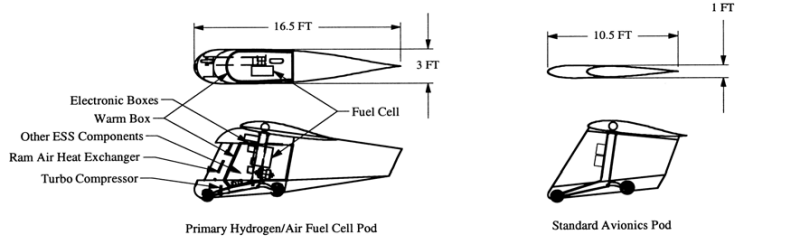
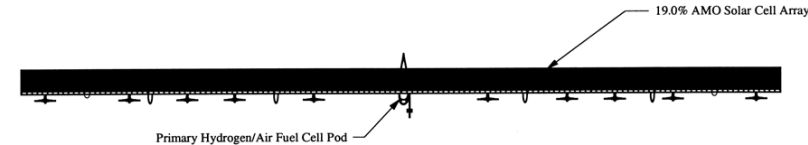
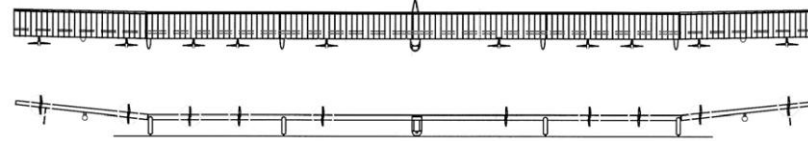
Centurion (1996-1998)



Helios Prototype (HP01), High-Altitude Configuration (1998-2002)



Helios Prototype (HP03), Long-Endurance Configuration (2003)



BAE PHASA (Persistent High Altitude Solar Aircraft) - 35

PHASA-35®
Flying in the stratosphere

This ultra-lightweight solar powered Un-crewed Air System (UAS) has the potential to remain airborne for several months, pushing the boundaries of aviation technology. In June 2023 PHASA-35 achieved stratospheric flight.

Potential Applications

- Maritime and military surveillance and communications
- Mobile and internet communications to remote areas
- Border protection
- Environmental surveillance
- Disaster relief

Flight altitude exceeded 66,000ft
(in the upper regions of the atmosphere)
Over **twice** as high as Mount Everest

Powered by the Sun

35-metre wingspan
The same as an Airbus A320

Weighs just 150kg
(including 15kg payload)
The same as a standard motorbike

Significantly more cost effective
than current satellite technology

PRISMATIC
BAE SYSTEMS

Features

Weighing just 150kg (the same as a standard motorbike) and powered by the Sun, PHASA-35 can be operated as a pseudo-satellite, without the need for continual management or monitoring, offering:

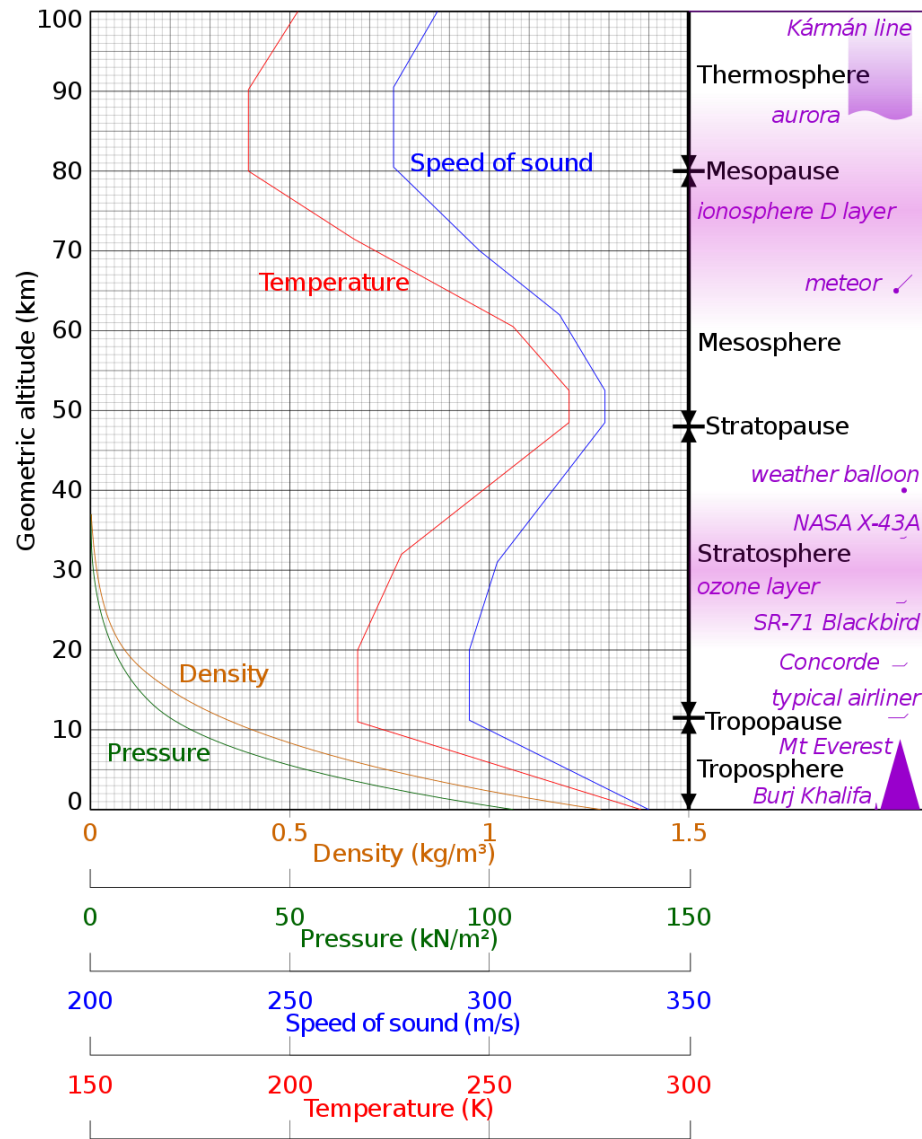
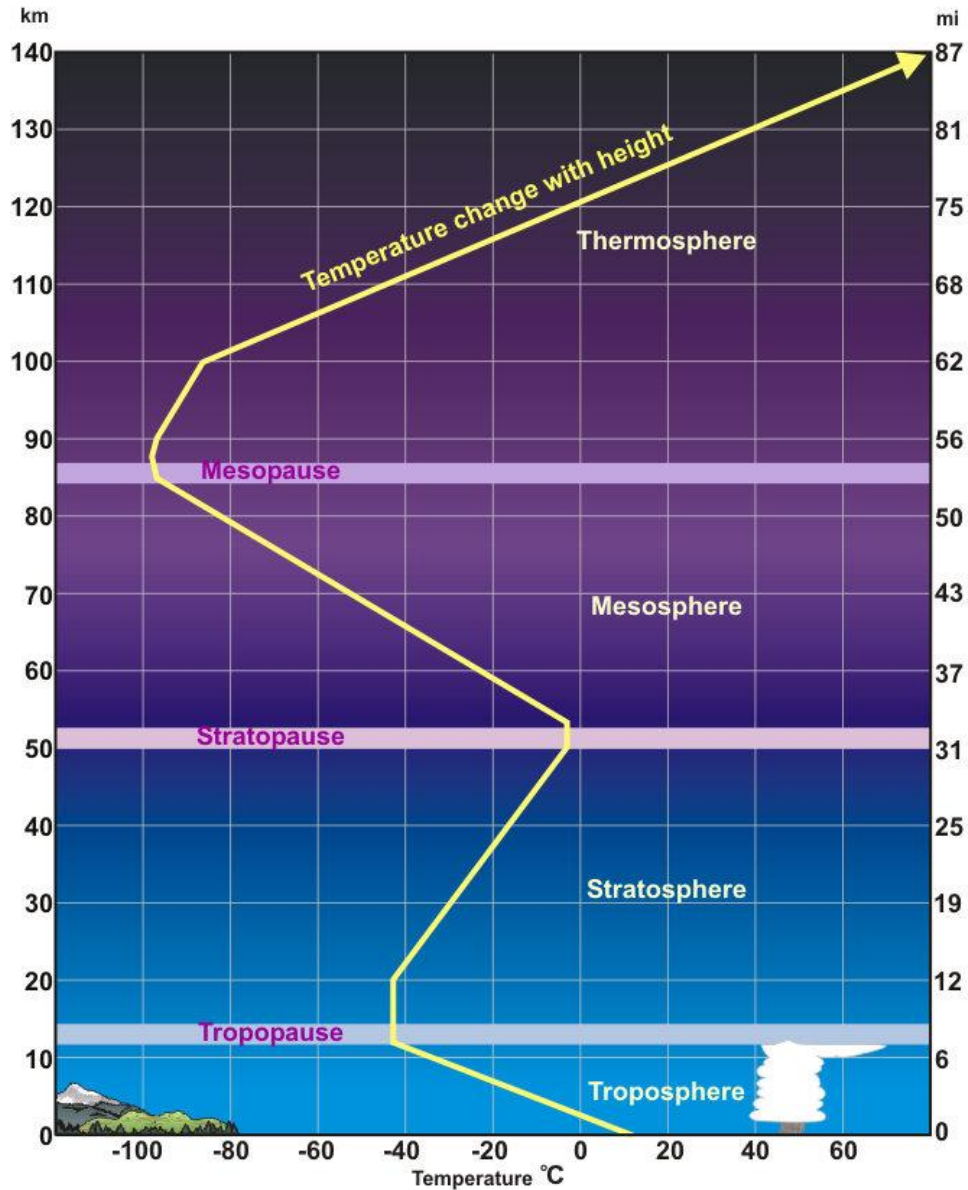
- Persistence
- Low operating costs
- Global deployment
- Environmentally friendly solution compared to conventional systems
- Flexible payload carriage
- Cost-effective maintenance

Airbus-QinetiQ Zephyr S



Model	Span	Weight	Ceiling	Endurance	Payload
Zephyr 4	12 m (39 ft)	17 kg (37 lb)	9 140 m (30 000 ft)	6 h	
Zephyr 5	16 m (52 ft)	31 kg (68 lb)	11 000 m (36 000 ft)	18 h	
Zephyr 6	18 m (59 ft)	30 kg (66 lb)	18 300 m (60 000 ft)	87 h	2 kg (4.4 lb)
Zephyr 7	22,5 m (74 ft)	53 kg (117 lb)	21 000 m (69 000 ft)	336 h	5 kg (11 lb)
Zephyr 8/S	25 m (82 ft)	62-65 kg (137-143 lb)	23,200 m (76,100 ft) ^[18]	624 h	5 kg (11 lb)
Zephyr T	32 m (105 ft)	145 kg (320 lb)			20 kg (44 lb)

大氣層的環境條件



現行平流層無人飛行載具發展困境

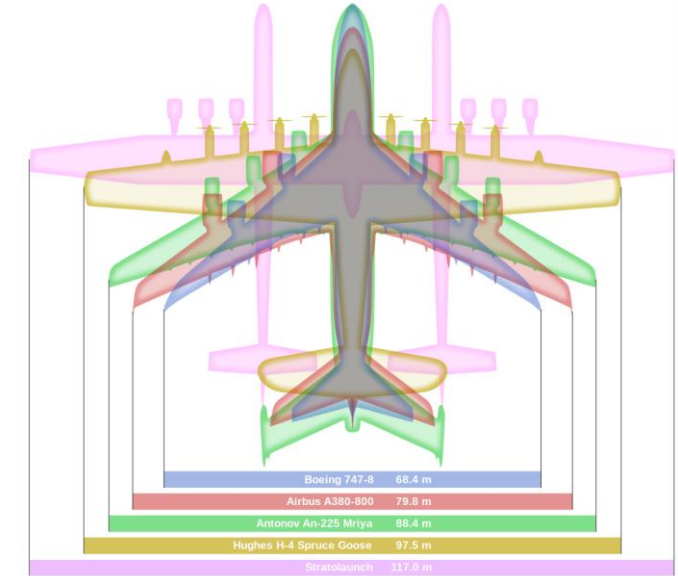
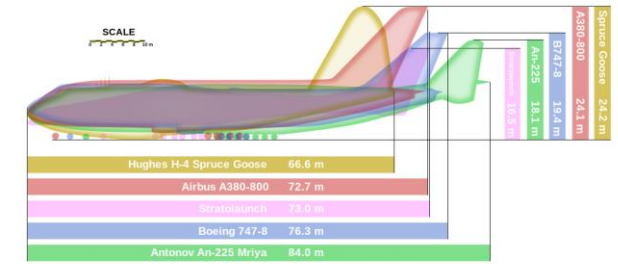
困難點	挑戰細節	突破方向
能源系統 ⚡	太陽能電池效率需>24% (目前僅22%) , 夜間儲能密度需>400Wh/kg	鈣鈦礦電池、固態鋰硫電池
輕量化結構 🍃	翼展>30米卻需承受平流層強紫外線/低溫 (-70°C) , 材料易脆化	奈米碳管複合材料、智能變形機翼
飛行控制 🗣️	稀薄空氣 (密度為地表7%) 下舵效低, 需AI自主抗風 (風速可達60m/s)	深度學習預測湍流、分散式推進
適航認證 📄	國際尚無HAPS專屬適航標準, 空域管理與衛星頻段衝突	ICAO推動 "高空平臺站" 新規
成本控制 💰	單機成本超\$2000萬 (Zephyr) , 需降本至衛星的1/10才有競爭力	模組化設計、大規模自動化生產

關鍵瓶頸：當前最先進機型 (如Zephyr) 的有效載荷僅**5-20kg** , 嚴重限制任務能力。

Alternative Thinking



Stratolaunch(平流層發射器)



General characteristics

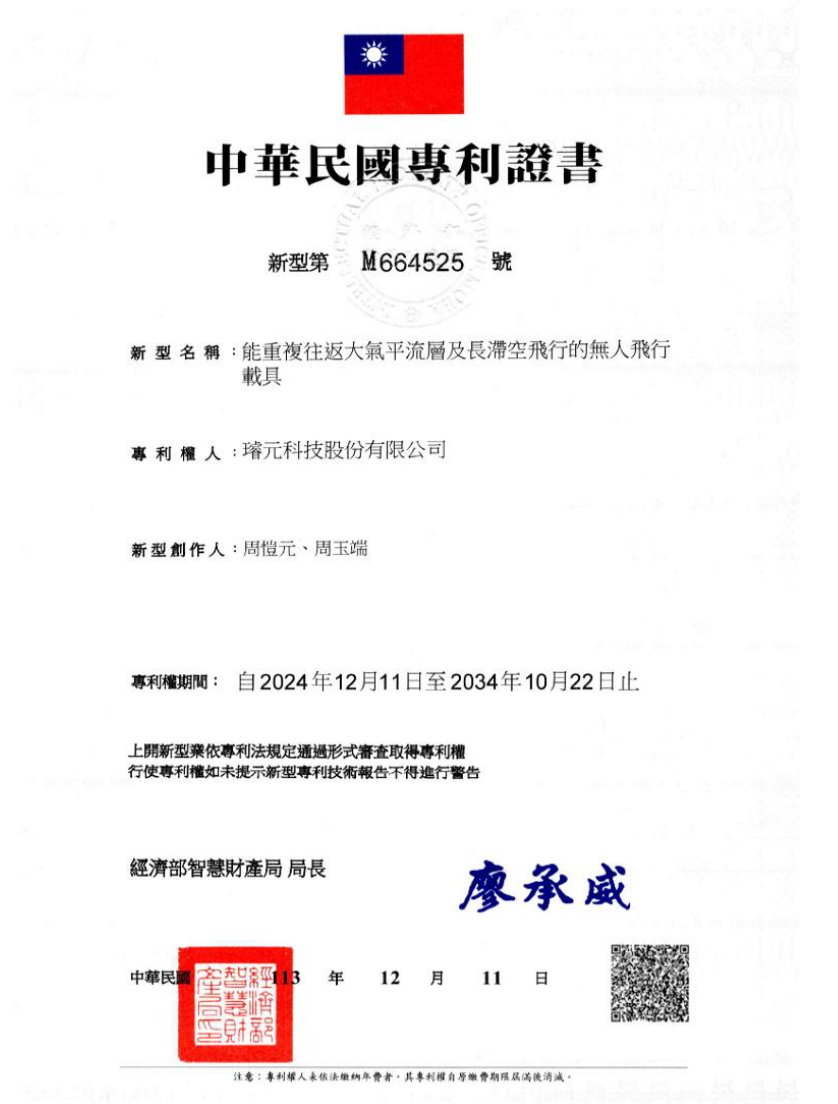
- Length: 238 ft (73 m)/Wingspan: 385 ft (117 m)/Height: 50 ft (15 m)
- Empty weight: 500,000 lb (226,796 kg)
- Gross weight: 750,000 lb (340,194 kg) with no external payload
- Max takeoff weight: 1,300,000 lb (589,670 kg)
- External payload: 550,000 lb (250,000 kg)
- Powerplant: 6 × Pratt & Whitney PW4056 turbofan, 56,750 lbf (252.4 kN)

Performance

- Maximum speed: 460 kn (530 mph, 850 km/h)
- Range: 1,000 nmi (1,200 mi, 1,900 km) radius
- Ferry range: 2,500 nmi (2,900 mi, 4,600 km)
- Service ceiling: 35,000 ft (11,000 m) with payload
- First Flight: 2019/04/13

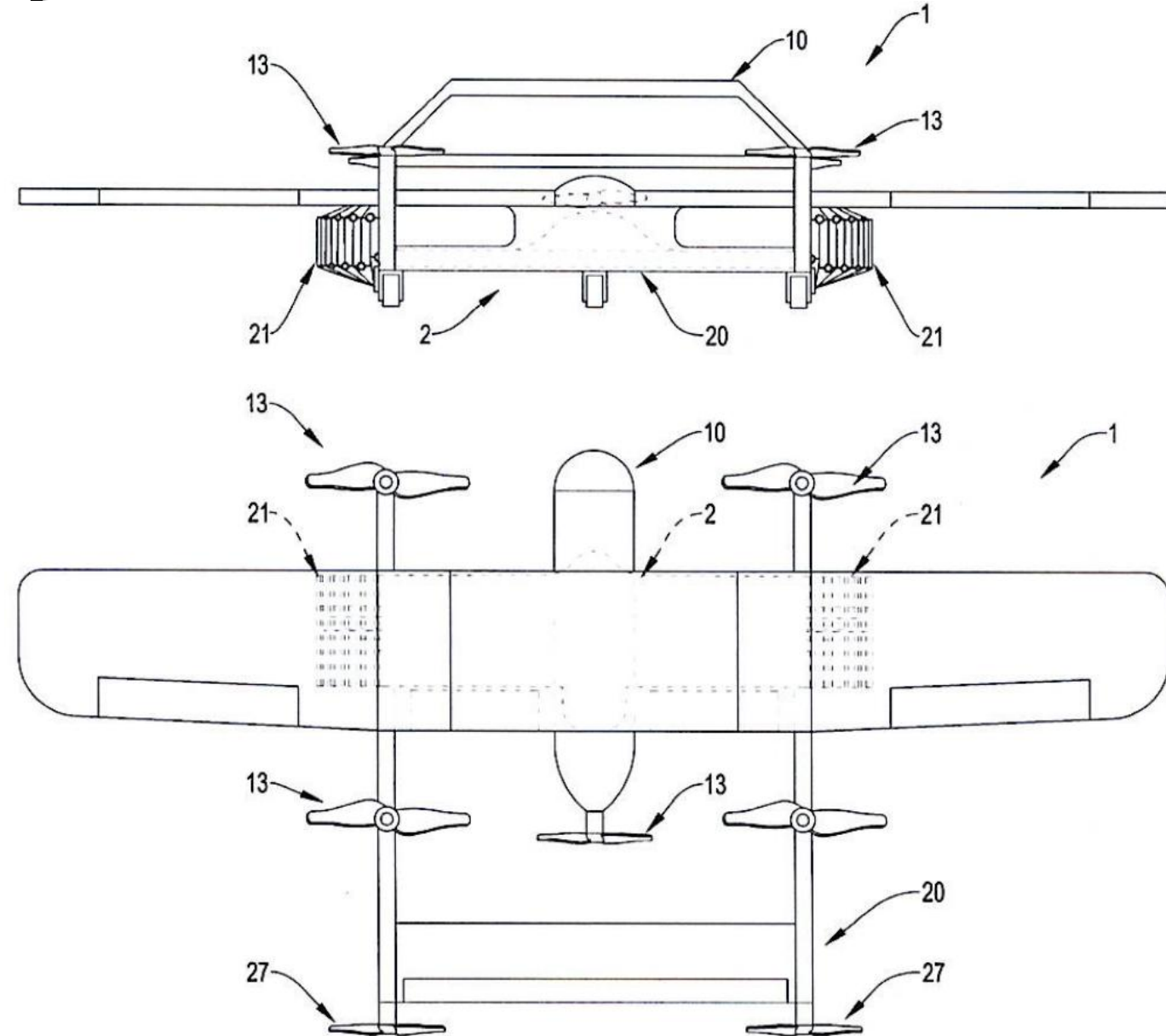
一種新設計構想

- 子母型無人機系統
 - 對流層無人機與平流層無人機兩組不同飛行性能
 - 對流層無人機設計的著眼點在提供高載重力、地面起降所需克服的場地限制及複雜天氣環境。
 - 平流層無人機設計的著眼點在太陽能板的收折及提供長滯空性、返回時可飄降於適合場地。
 - 對流層無人機飛至不受地面強對流效應的適當高度後，將平流層無人機釋放再逐步爬升至平流層下部，過程中平流層無人機逐步展開所攜帶的太陽能板至預定飛行高度。
 - 地面控制站設計的著眼點在提供區域內各無人機飛航資訊監控、雙向通訊傳遞、相關感測器資料回傳接收、修正個無人機飛行任務規劃等。



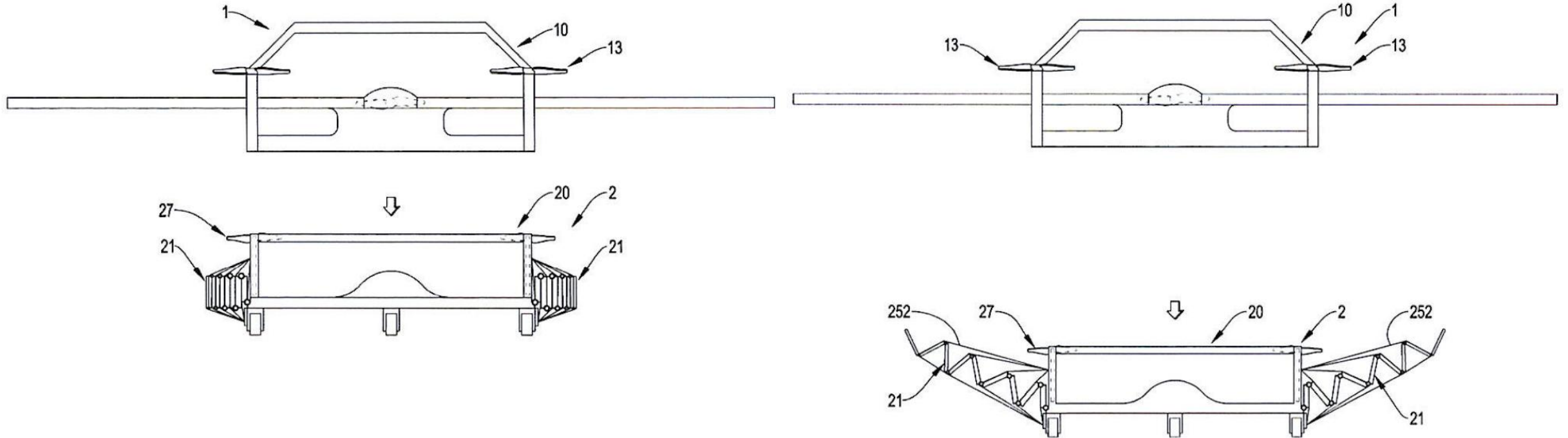
設計示意圖(1/4)

- 子母型無人機系統
(地面起飛狀態)



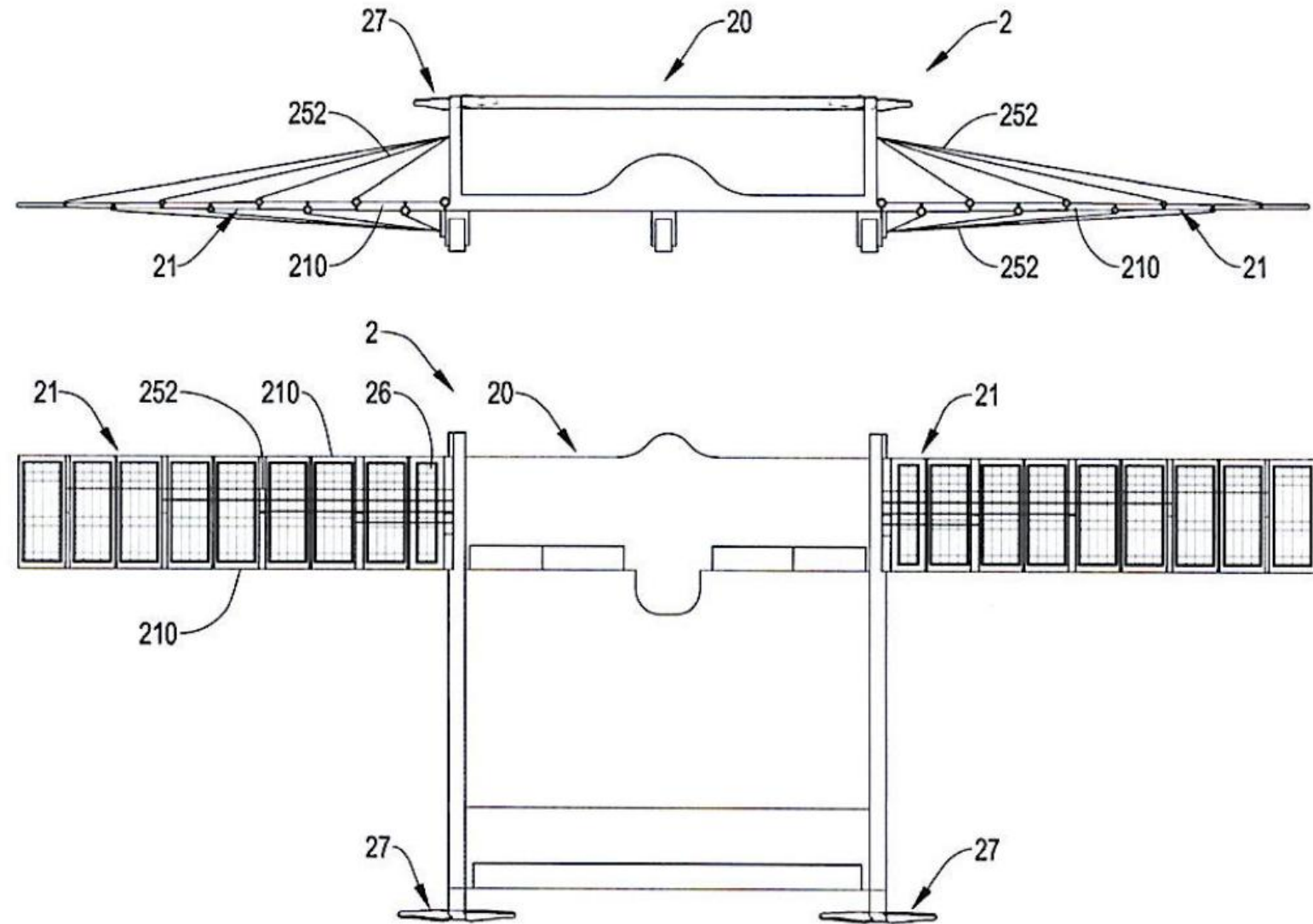
設計示意圖(2/4)

- 子母無人機分離
(至對流層某處約4000-6000m)

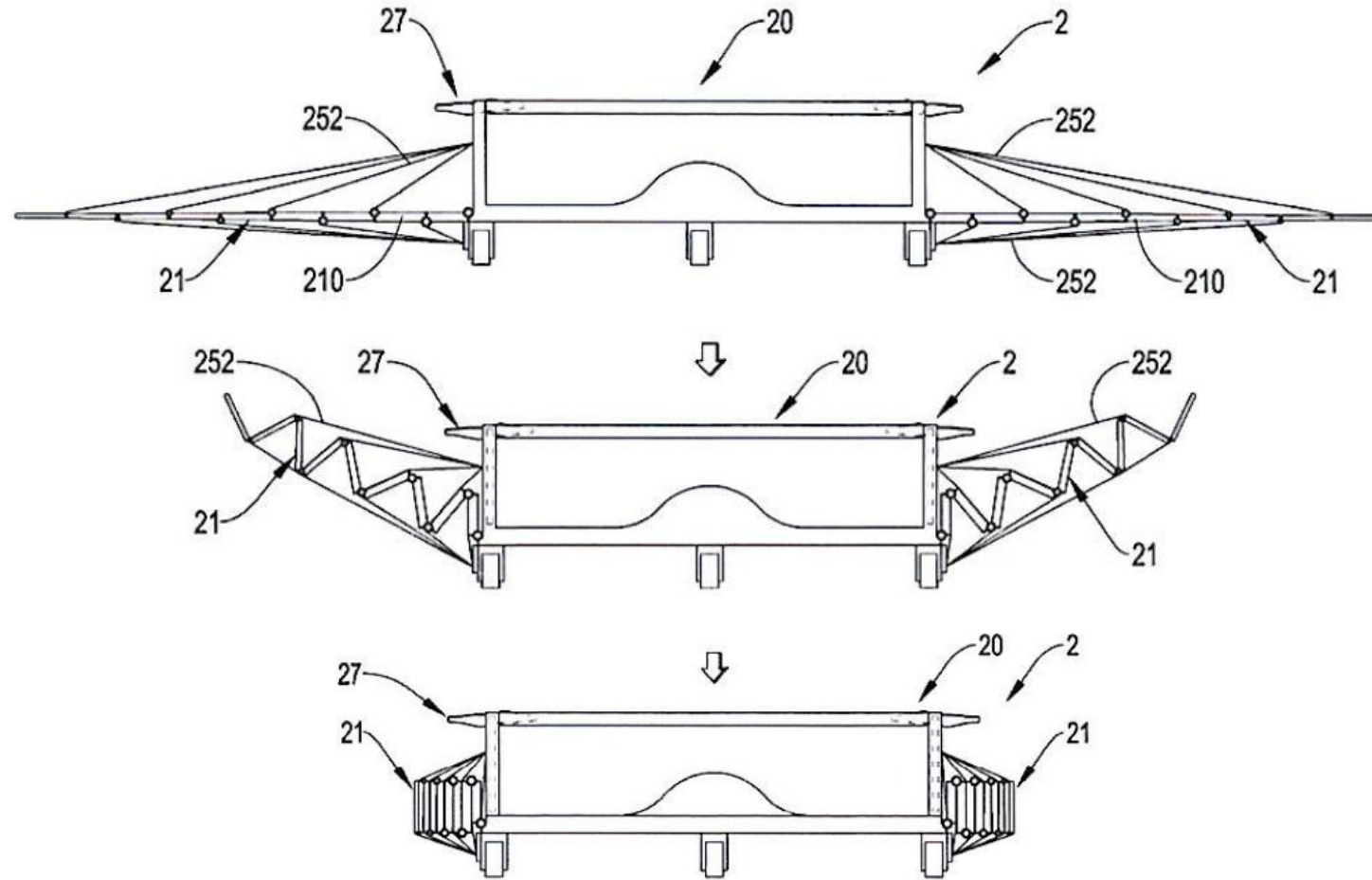


設計示意圖(3/4)

- 平流層無人機
(展開示意圖)



• 子無人機降落





璿元科技股份有限公司

HY Tech. Ltd.



具有獨立自主研發能力及豐富的應用服務經驗

國內自主開發無人機中少數具有量產實績的MIT品牌