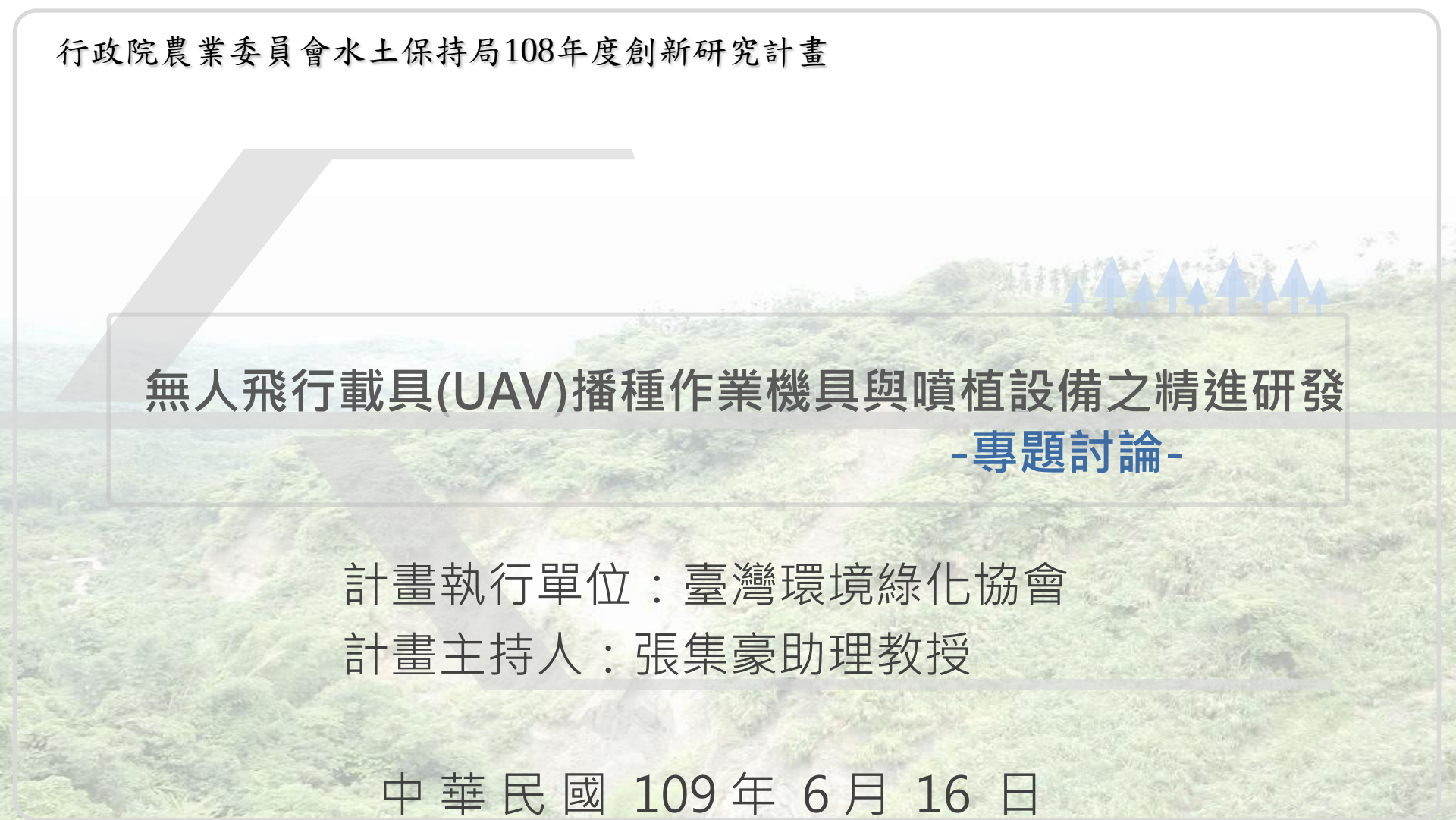




無人飛行載具(UAV)播種作業機具與噴植設備之精進研發 -專題討論-

計畫執行單位：臺灣環境綠化協會

計畫主持人：張集豪助理教授

中華民國 109 年 6 月 16 日



1

引言

2

無人機應用於植生

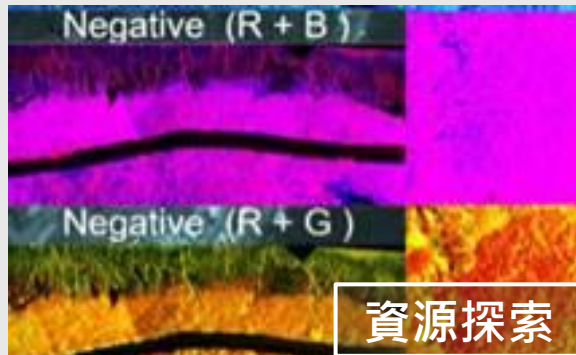
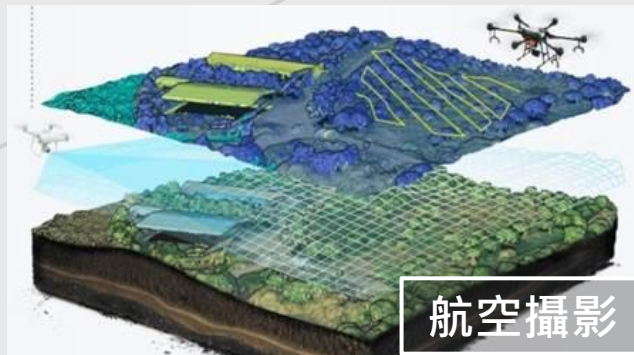
3

墜機經驗

4

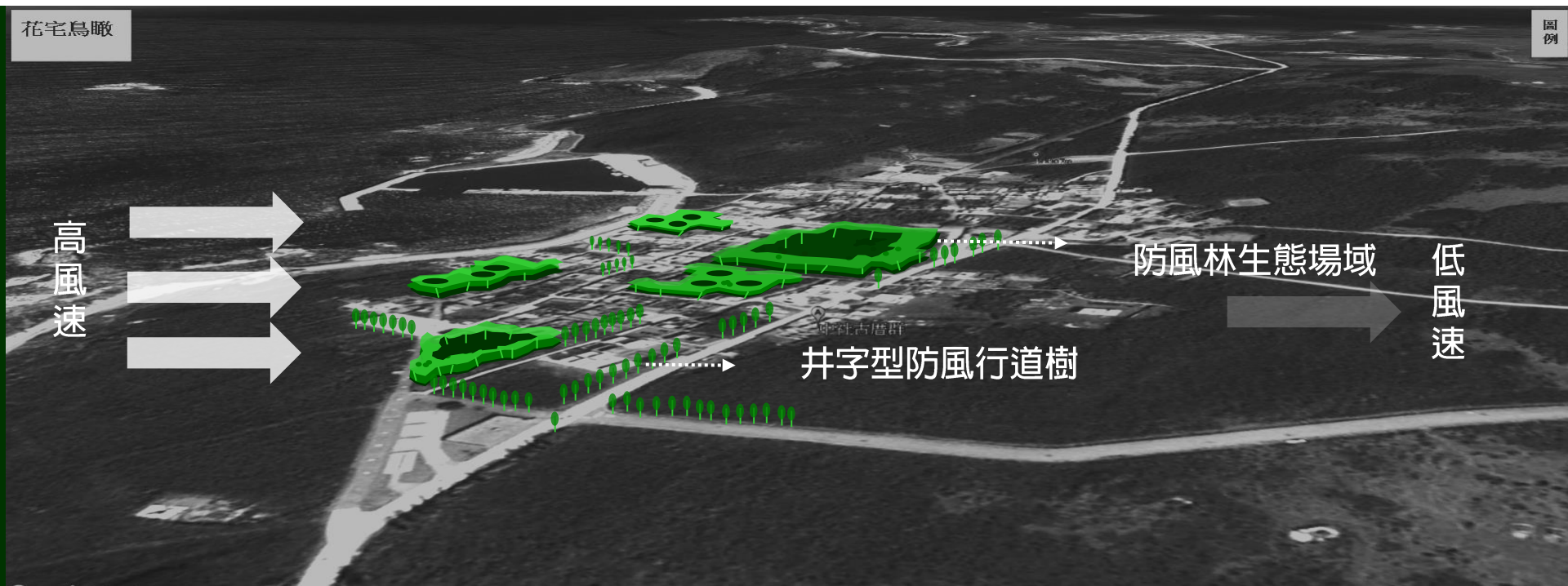
未來展望

無人機應用範疇



近二十年無人機科技的發展，開啟了各級產業的創新應用，包括農業、國防、物流、防災、警政、建等多項領域





行道樹以小葉南洋杉、大葉山欖混植為主
防風林以海岸植物複層中小喬木、灌木混植為主

UAV無人機航空植生應用



中央北市府看濁水問題

農委會林務局長 李桃生

南勢溪上游東札孔溪的林務局班地，在強降雨之下，崩塌面積縮小，顯示復育有成果，並非造成大台北水源混濁原因。

經濟部次長 楊偉甫

南勢溪的水濁度高很髒，北勢溪入翡翠水庫的水則很乾淨，台北自來水處為何還要髒的水引到淨水場，「北市不檢討，卻先下結論說是水保問題。」

有話好說整理

成敗關鍵

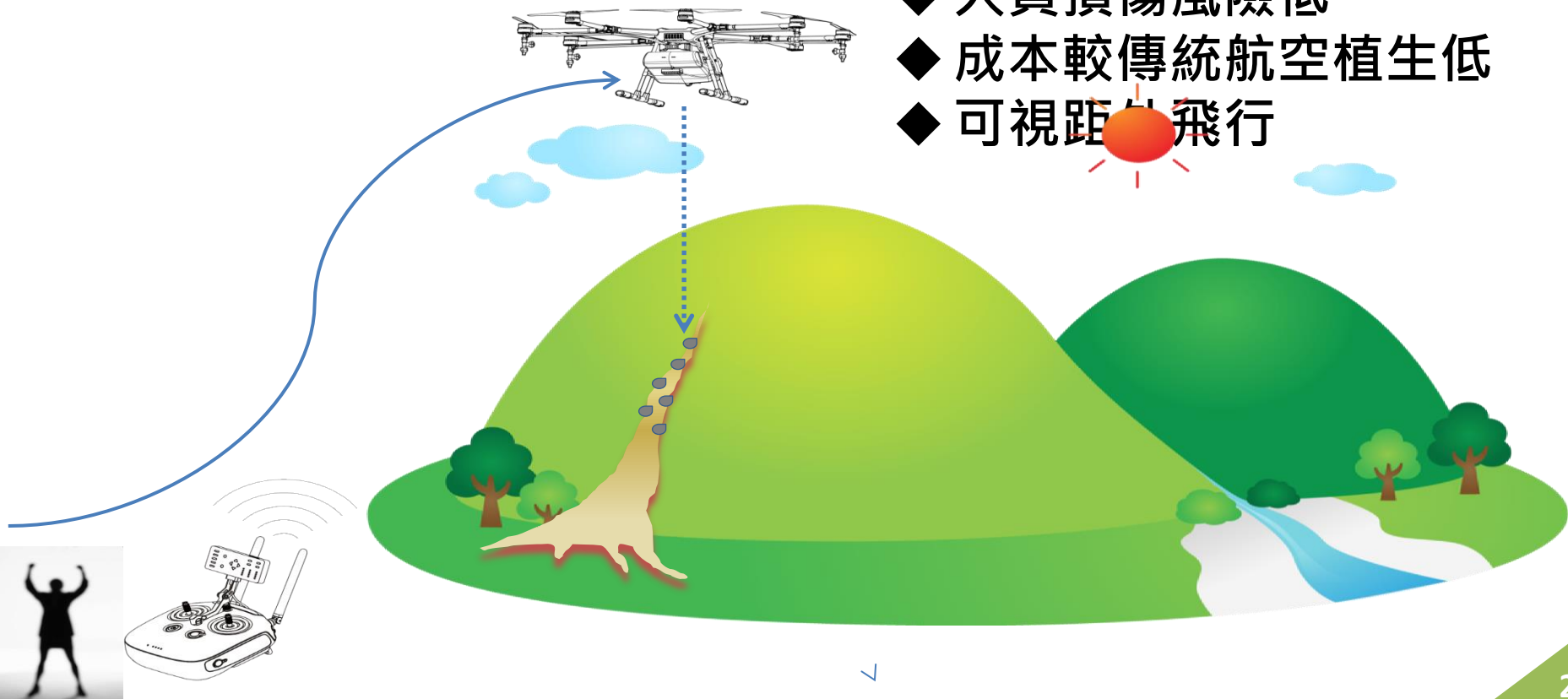
- ◆ 載具系統設計
- ◆ 粒劑研發
- ◆ SOP建立推廣

傳統上，機具無法抵達的崩塌地，只能在下邊坡進行處理，或任其自然演替，而無所作為，容易成為輿論攻擊的標的

UAV旋翼無人機航空植生優點

提案構想

- ◆ 機動性強不需跑道
- ◆ 人員損傷風險低
- ◆ 成本較傳統航空植生低
- ◆ 可視距外飛行





2

無人機應用於植生

- 過去三年的UAV播種植生的執行
- 關於載具與播種裝置執行方向

擴大參與

成大、虎科、逢甲、陶林、群立

UAV載具資料收集

電機、油機、多軸

2020
目標

設備精進研發

載具、播種裝置

證照取得

飛友社團、執行單位

工作項目

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

- 01 完成崩塌地應用無人飛行載具之相關法令分析
- 02 收集臺灣地區現行UAV載具應用類型比較
- 03 提升現行中型六軸UAV植播機性能
- 04 無人飛行載具水平噴頭裝置設計之研發與評估

法令

目標 | 工作項目 | 各項目進度 | 結果與討論

器材及人員管理

- 註冊
- 人員操作證
- 檢驗

活動空域

- 中央/地方管理劃分
- 400呎以上、禁限航區、機場四周由中央(民航局)管理
- 400呎以下由直轄市、縣(市)政府管理

遙控無人機管理

操作限制

- 白天、視距內...等10 大操作限制
- 政府機關(構)、學校或法人得經能力審查後排除限制

罰則

- 依違規情形處以罰鍰
- 情節重大者，沒入遙控無人機
- 中央/地方取締處罰

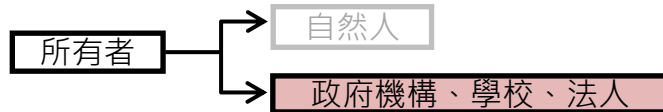
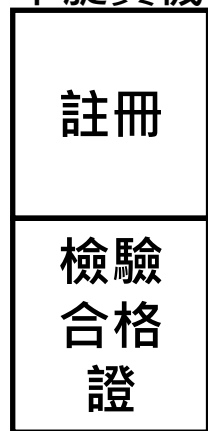
現有載具所需檢驗及操作證

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

成功大學-大冠鳩

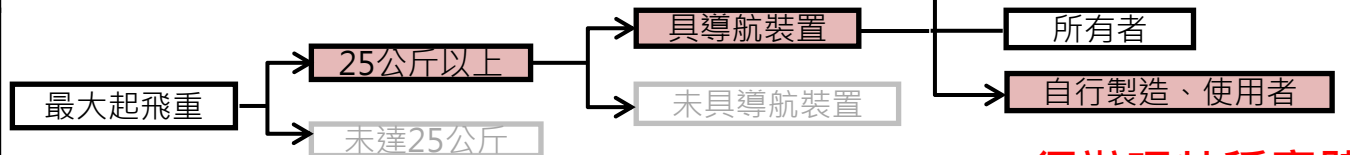
最大起飛重:25kg

單旋翼機



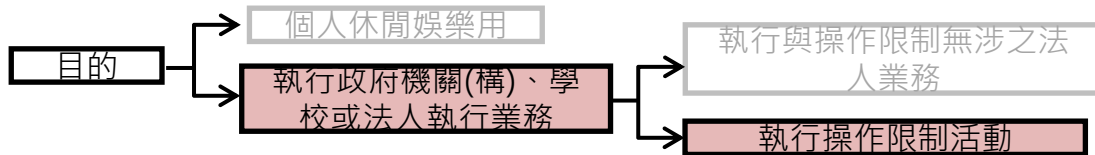
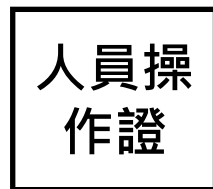
須向民航局辦理註冊

(有效期限**2年**，所有人得於期限屆滿30日內申請延展有效期限)



須辦理特種實體檢驗

(有效期限不逾**3年**)



專業高級操作證(IIc)

(有效期限**2年**)

載具性能收集評估

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

逢甲易圖團隊



成大大冠鳩團隊



中興陶林團隊



中興植生研究室團隊



UAV類型比較

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

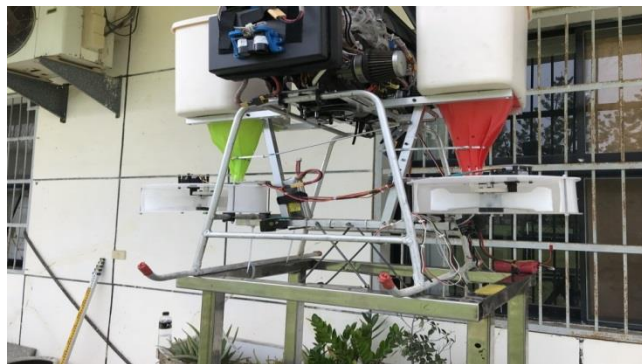
		無人直昇機		無人多旋翼機	
提供單位		成功大學（大冠鳩）	逢甲大學（易圖）	中興大學（植生間）	中興大學（陶林）
機型				植播機10K A型	
旋翼數量		單旋	單旋	6軸	6軸
機體尺寸	旋翼大小	90cm	111cm	17吋槳	28吋槳
	機身總寬	65cm	52cm	106cm	170cm
	機身總長	180cm	260cm(含槳)	106cm	170cm
	機身總高	78cm	73cm	80cm	60cm
主要機架材質		碳纖	合金	碳纖	碳纖
空重		15 kg	15 kg	3.4kg	20kg
最大起飛重量		25kg	28 kg	10kg	36kg
植播材料重量		8kg	10-12 kg	4.5kg	5kg
動力系統	型式	油機	油機	電機	電機
	引擎/馬達	100cc四行程引擎	80cc二行程引擎	LA5208 KV300	M10 KV120
	能源型式	95無鉛汽油	95無鉛預混機油	Li-Po	Li-Po
	標準油箱/電池 容量	1400cc	2200 cc	10000mah	22000mah x 2
最大起飛重量滯空時間		30 min	40分鐘	10 min	10 min
不含植播設備滯空時間		50 min	60分鐘	20 min	30 min
最長作業距離		2km	30 km	0.5km	3km
最大抗風等級		9級(輕度颱風)	8級以上	5級	6級
飛控系統		自行開發	自行開發	DJI V2	DJI A3
圖傳系統		型號	5.8GHZ	自行開發	5.8GHZ
		距離	5km	30 km	5km
植播裝置	裝置重量	2kg	5-6kg	1.1 kg	5kg
	植播型式	甩出;投放	噴出;投放	投放	噴出
	適用材料	固態,液態	固態,液態,粉狀	固態	液態
	驅動方式	離心力與開艙門	開艙門或客製化	艙門開啟	幫浦水壓

UAV類型比較

成大大冠鳩團隊

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

種類	無人直昇機
飛行時間	30min
最長作業距離	2km
最大起飛重量	25kg
植播型式	甩出/投放
植播裝置重	2kg



UAV類型比較

中興陶林團隊

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

種類	無人多旋翼機
飛行時間	10min
最長作業距離	3km
最大起飛重量	36kg
植播型式	噴出
植播裝置重	5kg



UAV類型比較

中興植生研究室團隊

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

種類	無人多旋翼機
飛行時間	10min
最長作業距離	0.5km
最大起飛重量	10kg
植播型式	投放
植播裝置重	1.1kg



無人機播種作業系統之選擇流程

載具選擇:飛行空域條件→施工成本→單次酬載重量→負載滯空時間

附掛播種裝置選擇:坡度選擇→坡面土壤地質條件→材料性質→標配載具

	無人直昇機		無人多旋翼機	
	成大	逢甲	中興植生研究室	中興陶林
滯空能力 (min)	★★★ (30)	★★★★ (40)	★ (10)	★ (10)
載重能力 (kg)	★★ (8)	★★ (10)	★ (4.5)	★ (5)
運輸便利	★	★	★★	★
起飛限制	★★★★	★★★★	★	★★

UAV植播機施工作業費單價分析表

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

工作項目：UAV施工作業費（投放式） 單位：1000m ²				
工料名稱	單位	數量	單價	複價
植生粒劑	公斤	100.000	400.00	40,000.00
技術工	工	3.000	3,000.00	9,000.00
小工	工	3.000	2,000.00	6,000.00
車輛租金	天	3.000	3,000.00	9,000.00
UAV租金	天	3.000	2,000.00	6,000.00
UAV機具折損	式	0.100	150,000.00	15,000.00
合計	1.000			85,000.00
人工： 15,000.00 機具： 15,000.00		每 1000m ² 單價計		85,000
材料： 40,000.00 雜項： 15,000.00				

各型機種速率評估 /1000 m² 施作面積

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

	載重量	飛行次數	每趟作業時間 (含裝填料)	所需天數
成大	8kg	12趟	30分	2天
逢甲	10kg	10趟	30分	2天
中興植播機	4kg	25趟	20分	3天
中興植噴機	5kg	50趟	30分	5天

環境照片



崩塌類型及說明

- 6級以上(坡度55%以上)陡坡
- 破碎泥岩
- 土壤有效深度為甚淺層 (20cm以下)
- 先驅樹種:禾本科/山黃麻

- 垂直投放投影面積過小

建議上邊坡75度陡坡以多軸無人機噴植工法，

下方以無人直昇機植生粒劑投放工法，
但需克服起飛點於500米外，視距外操作

環境照片



崩塌類型及說明

- 5級坡(40%-55%)
- 破碎泥岩，具多處蝕溝
- 土壤有效深度為甚淺層
- 先驅樹種:禾本科/刺竹林
- 足夠投影面積
- 空域較小

建議以多軸無人機植生粒劑投放工法，
或無人直昇機植生粒劑投放工法

環境照片



崩塌類型及說明

- 上邊坡為土壤層坡度為4級坡(30%-40%)，堆積區為2級坡(5%-15%)
- 砂礫石深層土壤
- 投影面積較大
- 空域較大

上邊坡適合植昇機撒播工法，下方適合直升機投放粒劑工法，惟起飛地點距投放點有450公尺，有高壓電線障礙物於航道

水平撒播裝置研發

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

套裝撒種裝置



裝置於現有載具



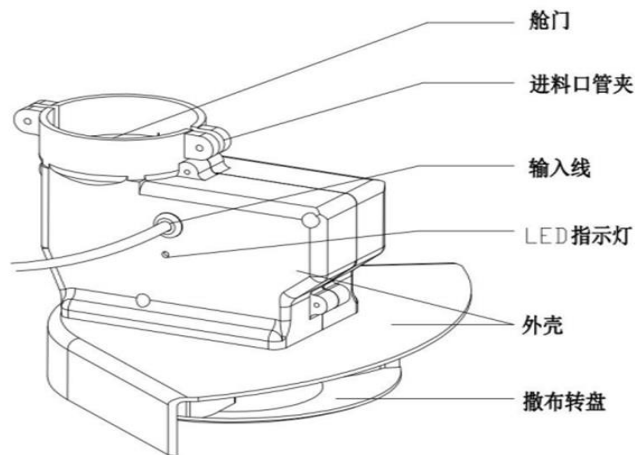
无人机颗粒撒布器简易说明

FS2513无人机颗粒撒布器为一款为农业应用无人机开发的产品，适用于颗粒肥料，农药，饲料以及其它颗粒物撒布使用。

本产品设计了舱门开度可调及撒布盘转速可调。通过设置遥控器相应通道的旋钮可无极变速及调节舱门开度。

撒布盘采用了多角度设计，提高了撒布的均匀性，同时保证了撒布的宽度，提高了作业效率。

产品部件图示：



水平播種裝置研發

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論



名間鄉投放試驗 108/10/11

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論



全區鳥瞰

名間鄉投放試驗 108/10/11

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論



全區鳥瞰

名間鄉投放試驗 108/10/11

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論



源頭發生段



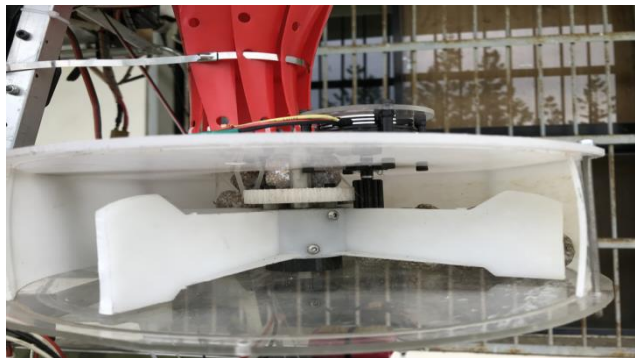
投放區

水平撒播裝置研發

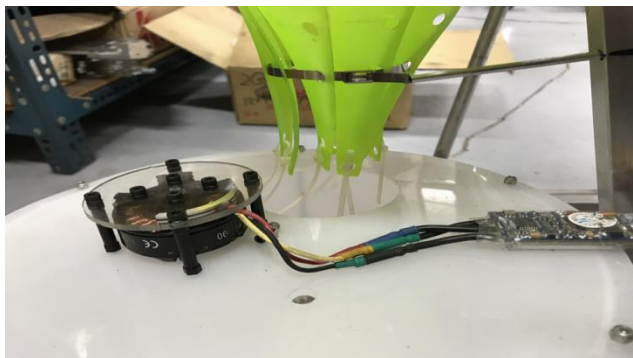
第二階段

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

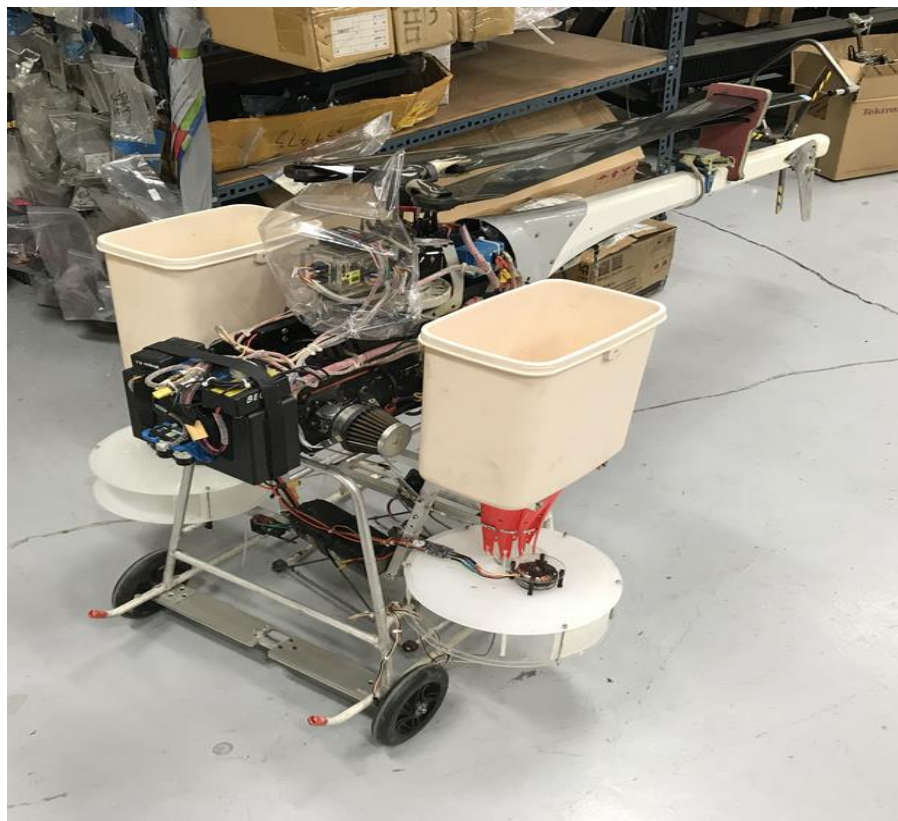
轉盤



進料控制



裝置裝設於載具



地面撒播實驗設計

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

架設



撒播裝置設於離地
2.5m高平台

填料



單邊各裝填2公斤粒劑，約
360顆



裝填粒劑

定線



地面繪制標線

甩出



甩出粒劑

地面撒播實驗結果

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

11.1v



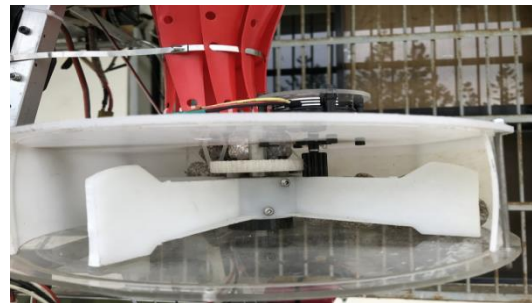
粒劑集中落於4~8米處，
呈75度角擴散分佈

22.2v



粒劑集中落於6~10米
處，呈75度角擴散

22.2v



因22.2v轉速過快，齒輪脫
落, 空轉

空中撒播試驗設計 108/9/20

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

測風



確認地面風速小於20m/sec

定線



地面繪制標線

填料



單邊各裝填2公斤粒劑，約
360顆

甩出



甩出粒劑

空中撒播試驗結果

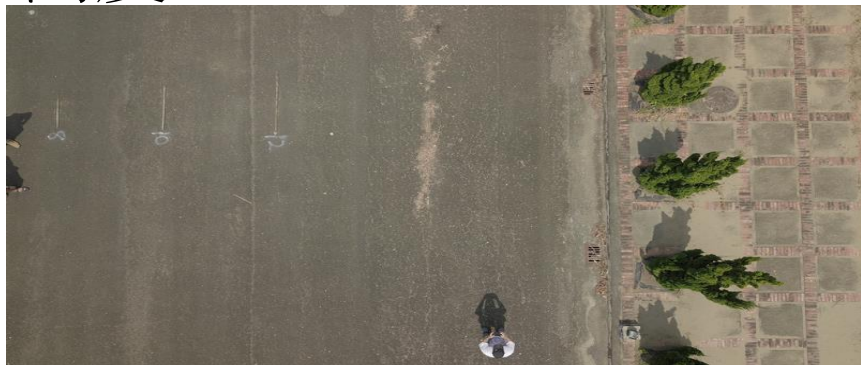
目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

高度 10m



粒劑集中落於12~16米處，呈60度角擴散分佈

高度 20m



粒劑集中落於16~20米處，呈60度角擴散

空中撒試實驗結果

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論



現地撒播試驗設計

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

檢驗



確認載具設備

準備起飛



地面清場

起飛



單邊各裝填4公斤粒劑，約720顆

甩出



甩出粒劑

現地撒播實驗結果 108/10/18

目標

工作項目

各項目進度

結果與討論

高度 15m 距離50m



高度 40m 距離250m



現地撒播實驗結果

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論





墜機經驗

墜機原因分析

目標 工作項目 各項目進度 結果與討論

地點：阿里山
高度：30m
距離：200m



飛行中勾中電線



地點：名間
高度：120m
距離：250m



飛行中電池脫落



地點：阿里山
高度：20m
距離：30m
下雨天飛行失控



未來展望

- 1.法規的推動與實際執行仍需要時間磨合
2. UAV類型在水保局有限的經費下與操作環境限制下，無法吸引太多的團隊參與
- 3.現有植播機各項性能測試皆有提升的空間
- 4.水平撒播與噴植飛行，在太靠近山壁的情況下無法大面積或快速施工

建議

- 1.持續投入研發與現地試驗同步進行
- 2.需較務實評估各型載具執行成本

A scenic view of a mountain landscape. The foreground and middle ground are covered in dense, vibrant green vegetation, including various shrubs and trees. A light-colored, rocky path or clearing winds through the greenery, leading up a hillside. In the background, more forested hills are visible under a bright, slightly hazy sky. The overall atmosphere is peaceful and natural.

敬請指正