



壹.研究動機

離岸風力發電快速發展，風場規模日益擴大

近年來因應能源轉型與減碳需求，世界各國積極發展離岸風力發電。許多風場建置於沿海、近岸及重要航道附近，其規模與密度日益提高。

風力機成為雷達新興干擾源，問題逐漸浮現

風機高度高、葉片大型且具導電性，會強烈反射雷達波。葉片持續旋轉產生類似移動物體的多普勒頻率特徵，容易被誤判為飛行器或其他目標。此外，葉片反射波具有時變性，導致雷達系統產生雜波與虛警，降低真實目標的偵測效能。

貳.實驗方法

使用MATLAB進行模擬設計

使用參數：

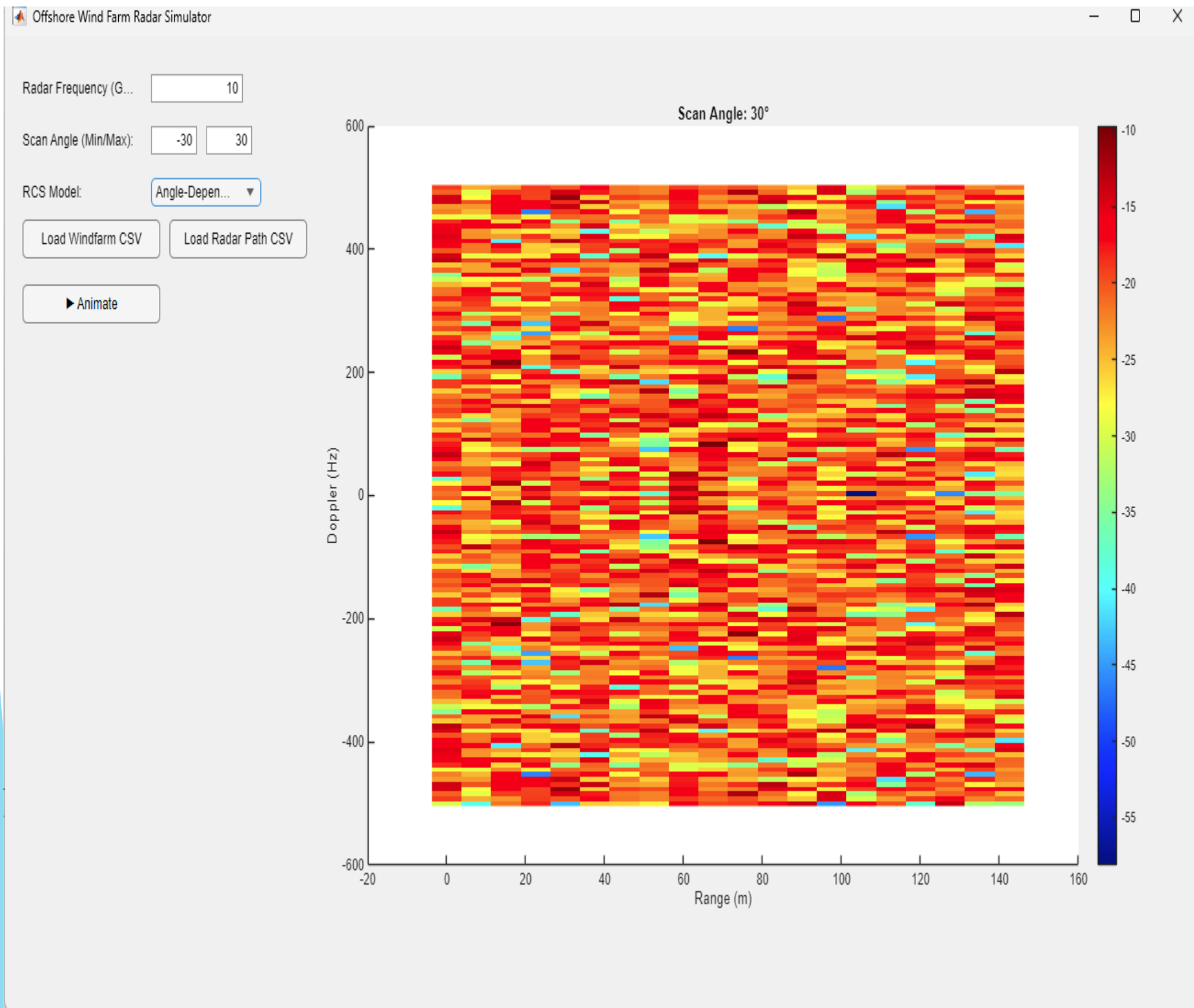
雷達頻率：10 GHz

發射脈衝：chirp 信號

取樣率：20 MHz，PRF: 1 kHz

掃描角度：-30° 至 30°

模擬風機葉片旋轉、多普勒與距



簡化圓柱體的雷達截面積 (RCS) 模擬結果。這張投影片呈現的是在特定頻率下（10 GHz），於 Y-Z 平面切面所模擬出的遠場 RCS 圖譜

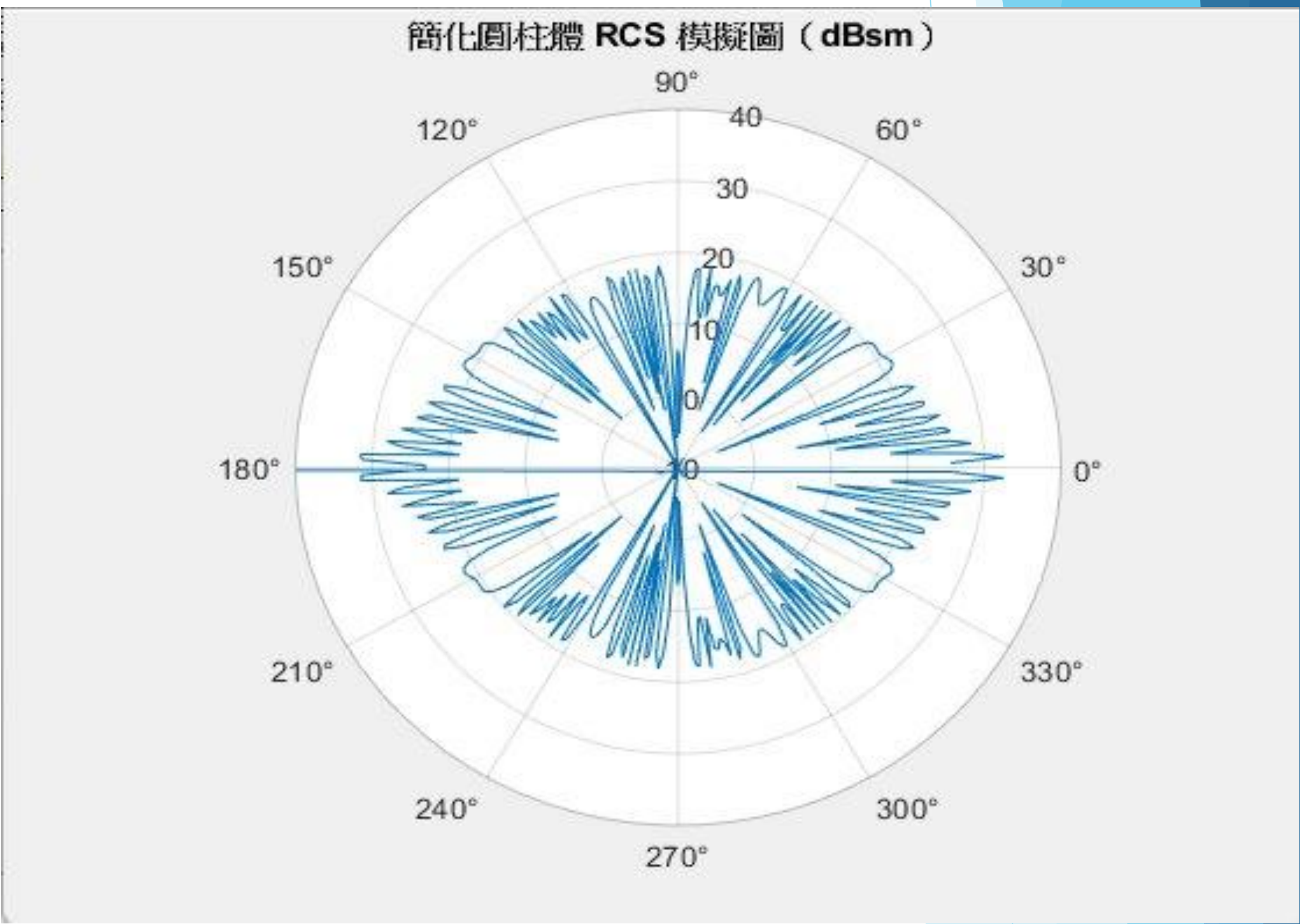
```
klc; clear; close all;

% 參數設定
f = 10e9; % 頻率 10 GHz
lambda = 3e8 / f; % 波長
k = 2 * pi / lambda; % 波數
a = 1; % 半徑（單位：公尺），模擬簡化風機塔柱

% 角度範圍
theta = linspace(0, 2*pi, 360);

% RCS 計算（2D 圓柱體近似，TE極化）
rsc = (2 * pi * a ./ lambda).^2 .* abs(besselj(1, 2 * k * a * sin(theta))).^2;

% 繪圖
polarplot(theta, 10*log10(rsc));
title('簡化風機塔柱 RCS 模擬圖 (dBsm)');
rlim([-10 40]);
```



參.研究結果

一、風力發電機組的雷達回波複雜且具挑戰性
雷達掃描風機時，回波訊號強度隨距離、都卜勒頻率（速度相關）而變化，呈現高度複雜分佈。這反映風機結構複雜，各部分在雷達下反射特性不同。

二、風機雷達散射截面積 (RCS) 具角度依賴性
簡化風機（圓柱體）的雷達反射能力 (RCS) 會隨雷達照射角度劇烈變化。這表示雷達從不同方向看風機，接收到的回波會大不同。