

氣柱式攔截網撞網動態分析

許維驛、陳柏維、陳涵鏞
國家中山科學研究院航空研究所

摘要

本文主旨介紹氣柱式攔截網系統之壓力對球體衝撞攔截網之G值影響，氣柱式攔截網系統係由充氣氣柱、氣墊及攔截網所組成，其中充氣氣柱及氣墊材料為PVC；攔截網材料為尼龍66；球體則設定為剛體。參考實際飛機本身重量及降落速度，設定球體重量為5公斤、速度則為5000mm/s。

本文利用結構有限元素分析軟體Abaqus進行充氣氣柱壓力、網子重量對於球體G值之影響。分析結果顯示在設定的氣柱壓力下對球體G值並無顯著影響，而改變網子重量對於球體G值有較顯著的影響。

關鍵字：氣柱式攔截網、G 值、有限元素分析

ABSTRACT

This paper presents the influence of gas-column intercepting net system on G value of ball. It consists of gas-column, mat and intercepting net. The material of gas-column and mat is PVC. Intercepting net is made from Nylon66. The ball is rigid. Based on the weight and velocity of unmanned vehicle, the weight of the ball is 5kg and velocity is 5000 mm/s.

The results by finite element software, Abaqus, shows that the effects in G value by different pressure in gas-column is less than different weight of intercepting net.

Keywords: gas-column intercepting net, G value, finite element

一、前言

在無人載具發展的過程中，將起落系統移除以增加推重比，不僅減少其飛行所需耗油量亦可增加其最高可達速度或將原本位置更換為其他需要放置之裝備以改善載具空間之彈性。

而經過如此更動後，無人載具安全無虞的降落便成為了眼下急迫解決的問題。在此次分析中利用剛體球體代替無人載具進行衝撞，希望透過此次研究得以找出充氣氣柱之壓力、網子重量最適合的搭配使得球體衝撞之G值改善至最佳化。

二、結構幾何、材料與負載

2.1 幾何結構

攔截網系統由充氣式氣柱、氣墊及攔截網所組成，如圖1所示。在此次分析中將整體過程分為兩階段，如下：

第一階段中，對氣柱進行充氣至一大氣壓，使氣柱維持直立狀態；攔截網則是利用重力使其自然平鋪於地板，如圖2所示。

第二階段則加入球體撞擊，使球體撞擊攔截網後掉落至氣墊，如圖3所示。

2.2 結構材料

氣柱與氣墊所選用之材料為PVC，其材料機械性質如表1所示；攔截網所選用之材料為尼龍66，其材料機械性質如表2所示。衝撞攔截網之球體則設定為剛體，並參考無人載具重量為5公斤。

2.3 負載條件

攔截網系統係由球體衝撞攔截網，其負載條件敘述如下：

Condition-1：使氣柱、氣墊底部固定於地板上，防止攔截網系統因平移而無法達到原本應有之效果。

Condition-2：設定一參考點(Reference Point)使氣柱內氣壓(Fluid Cavity Pressure)以1大氣壓為基值持續增加至指定值。

Condition-3：改變攔截網重量，分別為0.78公斤、1.56公斤、3.11公斤、6.22公斤、9.33公斤。

Condition-4：參考實際無人載具的重

量及速度，將球體重量設定為 5 公斤，速度則設定為 5000mm/s

三、結構分析

攔截網系統係以 SolidWorks 建構氣柱幾何，再以 Abaqus 做分析，整體有限元素包括 29107 個節點與 5106 個 Membrane 元素及 27040 個 Truss 元素。

3.1 分析設定

- a. 氣柱及氣墊之截面性質 (Section Property) 設定為 Membrane 元素，實際模擬出氣柱的充氣後的變形行為。
- b. 將攔截網之截面性質設定為 Truss，真實呈現攔截網受到球體衝撞時變形情形。
- c. 攔截網上方與氣柱上表面利用 Couple 指令結合，使得攔截網系統在球體衝撞時由攔截網及氣柱同時作用減緩球體速度使其降落於氣墊上。

四、分析結果

由分析結果得知，改變 Fluid Cavity Pressure 對球體 G 值效果不明顯，如表 3 所示。而將攔截網重量改變時，球體之 G 值有著較顯著的影響，如表 4 所示。從以上結果可知，若希望無人載具在透過攔截網系統降落時 G 值愈小，從攔截網重量去調整的效果會比調整氣柱內壓力要來的顯著。

五、結論

根據本文分析結果，得知氣柱壓力及攔截網重量對球體衝撞攔截網之 G 值影響。未來將會輔以實際情況測試驗證進行比較評估。

六、參考文獻

[1] Abaqus User Manual

七、表格

表 1 PVC 材料機械性質

楊氏係數	3400 MPa
蒲松比	0.1
密度	1380 kg/m ³

表 2 尼龍 66 材料機械性質

楊氏係數	3000 MPa
蒲松比	0.4
密度	1150 kg/m ³

表 3 氣柱壓力對球體 G 值的影響

Fluid Cavity Pressure(MPa)	攔截網重量 (kg)	球體 G 值
10 ⁻⁶	3.11	0.86
10 ⁻⁵		0.88
10 ⁻⁴		0.87
10 ⁻³		0.87
0		0.88
-10 ⁻³		0.85
-10 ⁻⁴		0.86
-10 ⁻⁵		0.87
-10 ⁻⁶		0.87

表 4 攔截網重量對球體 G 值的影響

Fluid Cavity Pressure(MPa)	攔截網重量 (kg)	球體 G 值
0	0.78	0.40
	1.56	0.63
	3.11	0.88
	6.22	0.95
	9.33	0.98

八、圖

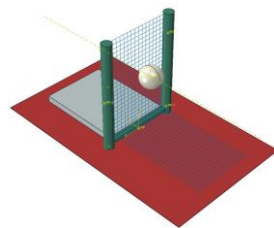


圖 1 攔截網系統

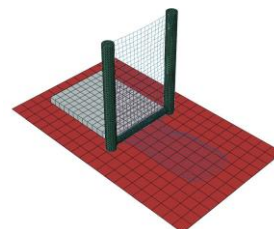


圖 2 第一階段模型建立

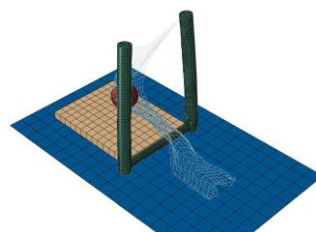


圖 3 球體撞擊攔截網