

## 機械工程實務課程綱要 (01, 02, 03 三班通用)

- 一. 課程教學目標：針對機械系大三學生，推動總整課程(Capstone course)並安排上課、與參觀實驗室，使其能夠(一)瞭解機械工程現況與發展趨勢，以利爾後生涯規劃；(二)認識機械工程與其他相關研究所之研究主題與方向，提供學生畢業後繼續深造之參考；(三)藉由工程實務與測試競賽，統合三年必選修課程所學之知識與設計、分析、製造與組裝測試完成機械作品，並參加期末測試與競賽，藉由實作方式呈現台大機械系學生系統整合、團隊合作、學理應用與創新發想的能力。
- 二. 學分數：二學分
- 三. 上課時間：每週五 6、7 節(13:20-15:10)
- 四. 各班上課地點，任課教師與助教：
  - 授課老師：鄭榮和、林沛群、詹魁元、陳湘鳳、楊馥菱、蔡曜陽
  - 課程助教：簡士為(shiweijian@ntu.edu.tw)、陳牧心(muhsinchen@ntu.edu.tw)
  - 大班授課：博雅 103
  - 分組實作：機械系創新設計實作中心(生醫大樓 124 室)
- 五. 教科書：無，各班教師另外建議
- 六. 考核評分：(100%)
  - 期中測試：20% (05/08@生醫大樓)
  - 期中診斷\*：15% (04/24 繳交@助教室)
  - 期末診斷\*：15%
  - 期末驗收\*：30%(06/19@生醫大樓)
  - 期末書面報告\*：20%(06/26 繳交@助教室)

\* 含團隊報告、團隊約定、個人記錄

七. 預定上課進度

日期	上課主題	注意事項	上課地點
03/06	機械工程實務介紹(鄭榮和老師)	繳交分組名單	博雅 103
03/13	機電控制與遙控伺服原理(林沛群老師)		博雅 103
03/20	風扇性能分析(楊馥菱老師)		博雅 103
03/27	實測驗證規劃(楊馥菱老師)		博雅 103
04/03	國定假日停課		
04/10	實驗室 Open house	(實驗室名單待公告)	各實驗室
04/17	工場加工及製造需求(蔡曜陽老師)		博雅 103
04/24	分組專題製作	繳交期中資料	生醫 124
05/01	分組專題製作	期中診斷(各分組老師)	生醫 124
05/08	期中測試	期中診斷(各分組老師)	生醫 124
05/15	期中講評與交流		生醫 124
05/22	分組專題製作		生醫 124
05/29	分組專題製作		
06/05	分組專題製作	期末診斷(各分組老師)	
06/12	分組專題製作	期末診斷(各分組老師)	生醫 124
06/19	期末驗收		生醫 124
06/26		繳交期末書面報告	助教室

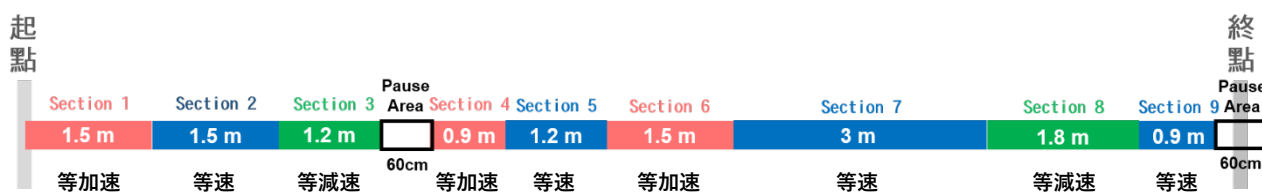
## 機械工程實務期中測試規則

### Formula Air : Propeller-Powered Racing Vehicles

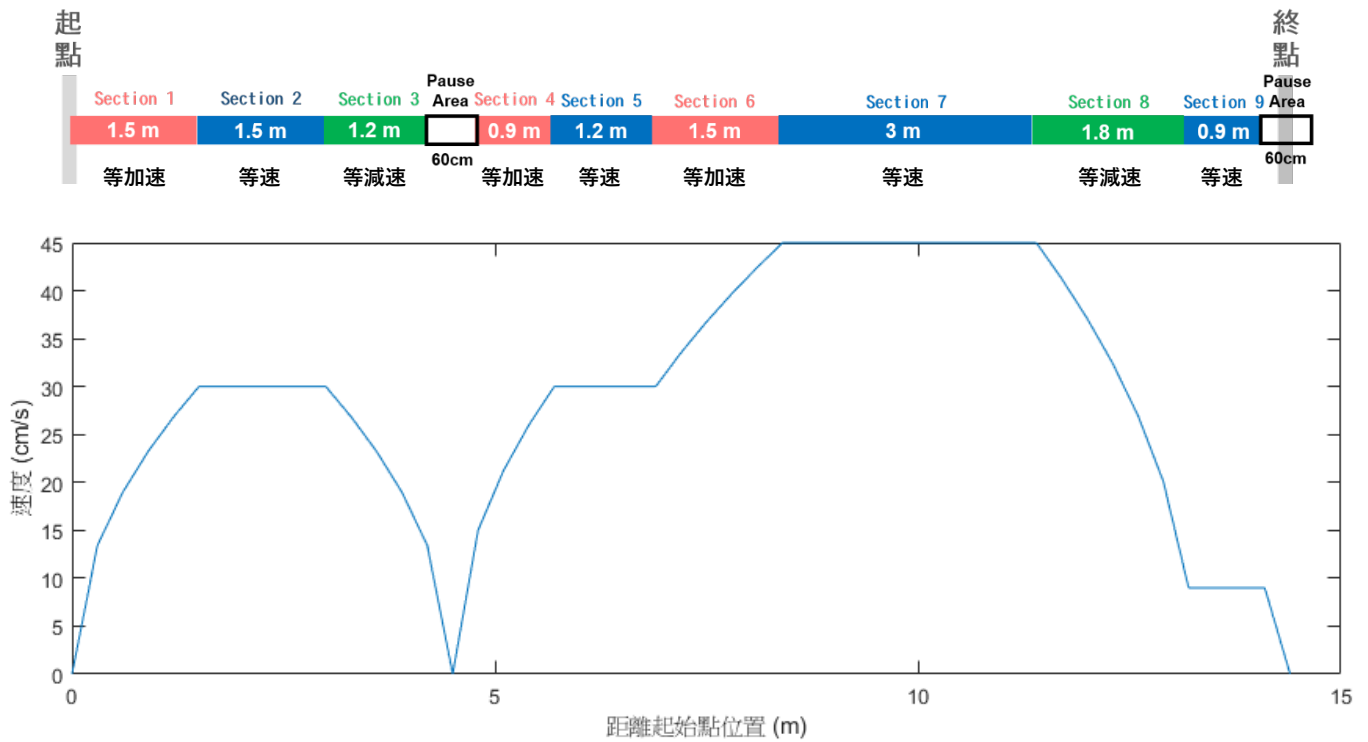
本(108)學年度機械工程實務將以分組方式完成車輛的製作，此車輛以螺旋槳葉片旋轉產生之風力為推進與煞車之動力來源，故名為 Formula Air。各組需在指定設計規範內設計一載具，完成通過指定任務，以下針對比賽規則，設計規範及評分標準分別陳述。

期中測試規則：

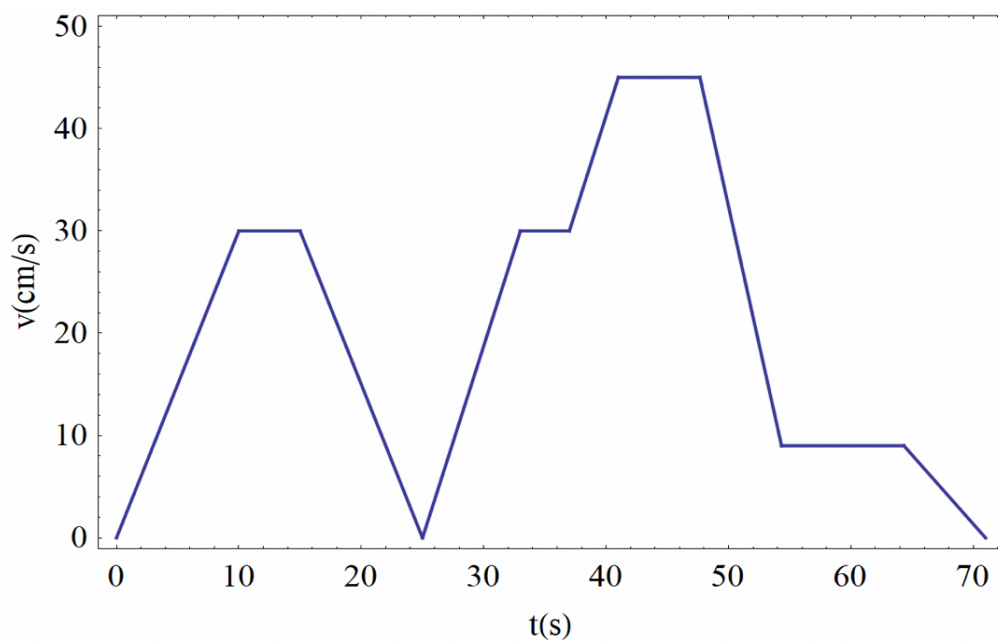
- I. 賽道全長 14.4m，寬 60cm。測試時間 5 分鐘，車輛全自主循跡，以風力驅動。
- II. 測試過程中車輛出線(車輛投影面積沒有在軌道範圍內)或以手(或外物)碰車，須返回起始點重新開始，期間不停錶。
- III. 不得追跑道兩側線，請以中線為循跡線。
- IV. 前半段賽道未達各段速度標準需返回起始點重新開始。後半段賽道未達各段速度標準不需返回起始點，可繼續跑完後面賽段。
- V. 前半段賽道跑完並進入第一停止區(Pause area 1)後，可將車輛調整至適當位置後再繼續走後半段賽道，但過程不得進行更換、調整、拆卸、添加任何軟、硬體設備等其它非移動車體之行為，否則必須回到起始點重新測試。
- VI. 賽道除了起始點、終點與停止區以外，其餘各處以每 30 公分為間隔設置一速度感測器，並依據速度感測器量測之速度是否符合設定要求進行計分，單趟總分為各段所得分數和。
- VII. 完成賽道後可返回起始點重新測試。取單趟最高分者為期中測試分數。



圖一、期中賽道各區段之加速、等速、減速規範



圖二、期中賽道之速度規範 (速度對空間分布)



圖三、期中賽道之速度規範 (速度對時間分布)

評分標準：

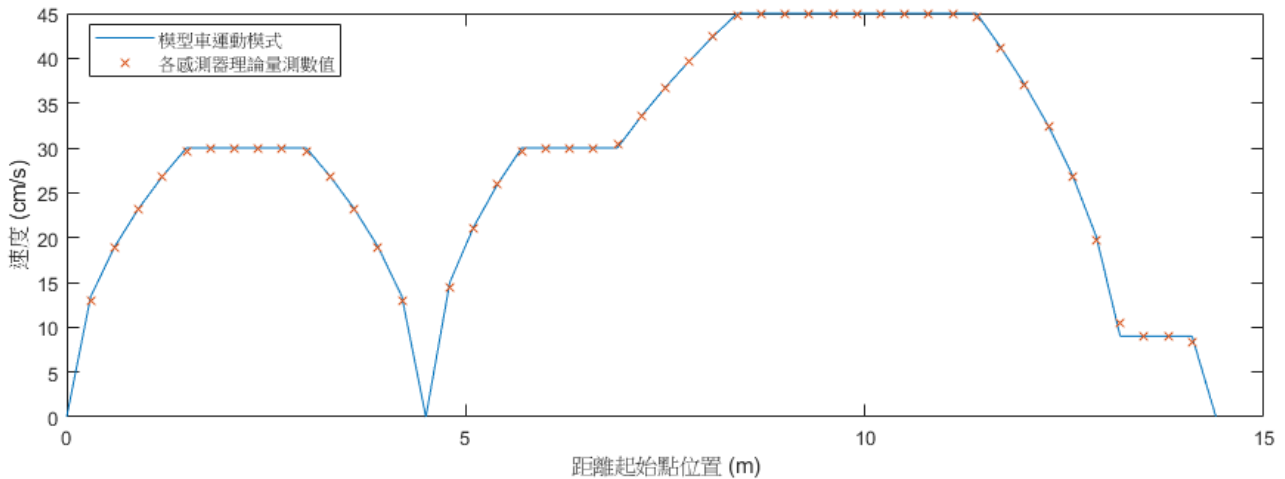
	區段	規範	分數
前半段 (60分)	Section 1	$a=3 \text{ (cm/s}^2\text{)}, v_i=0 \text{ (cm/s)}, v_o=30 \text{ (cm/s)}$	15分：速度偏差在 $\pm 5 \text{ (cm/s)}$ 內 $\Delta v \leq 5$
	Section 2	$v=30 \text{ (cm/s)}$	20分： $\Delta v \leq 5$
	Section 3	$a=-3 \text{ (cm/s}^2\text{)}, v_i=30 \text{ (cm/s)}, v_o=0 \text{ (cm/s)}$	15分： $\Delta v \leq 5$
	Pause area 1	$v=0 \text{ (cm/s)}$	10分：車輛需在區域中停止
後半段 (40分)	Section 4	$a=3.75 \text{ (cm/s}^2\text{)}, v_i=0 \text{ (cm/s)}, v_o=30 \text{ (cm/s)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5分：<math>\Delta v \leq 2</math></li> <li>• 3分：<math>2 &lt; \Delta v \leq 3</math></li> <li>• 1分：<math>3 &lt; \Delta v \leq 4.5</math></li> </ul>
	Section 5	$v=30 \text{ (cm/s)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5分：<math>\Delta v \leq 2</math></li> <li>• 3分：<math>2 &lt; \Delta v \leq 3</math></li> <li>• 1分：<math>3 &lt; \Delta v \leq 4.5</math></li> </ul>
	Section 6	$a=3.75 \text{ (cm/s}^2\text{)}, v_i=30 \text{ (cm/s)}, v_o=45 \text{ (cm/s)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5分：<math>\Delta v \leq 2.5</math></li> <li>• 3分：<math>2.5 &lt; \Delta v \leq 4.5</math></li> <li>• 1分：<math>4.5 &lt; \Delta v \leq 6</math></li> </ul>
	Section 7	$v=45 \text{ (cm/s)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5分：<math>\Delta v \leq 2.5</math></li> <li>• 3分：<math>2.5 &lt; \Delta v \leq 4.5</math></li> <li>• 1分：<math>4.5 &lt; \Delta v \leq 6</math></li> </ul>
	Section 8	$a=-5.4 \text{ (cm/s}^2\text{)}, v_i=45 \text{ (cm/s)}, v_o=9 \text{ (cm/s)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5分：前段(<math>v=45 \text{ to } 30</math>), <math>\Delta v \leq 2.5</math> 且 後段(<math>v=30 \text{ to } 9</math>), <math>\Delta v \leq 2</math></li> <li>• 3分：前段(<math>v=45 \text{ to } 30</math>), <math>\Delta v \leq 4.5</math> 且 後段(<math>v=30 \text{ to } 9</math>), <math>\Delta v \leq 3</math></li> <li>• 1分：前段(<math>v=45 \text{ to } 30</math>), <math>\Delta v \leq 6.5</math> 且 後段(<math>v=30 \text{ to } 9</math>), <math>\Delta v \leq 4.5</math></li> </ul>
	Section 9	$v=9 \text{ (cm/s)}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5分：<math>\Delta v \leq 2</math></li> <li>• 3分：<math>2 &lt; \Delta v \leq 3</math></li> <li>• 1分：<math>3 &lt; \Delta v \leq 4.5</math></li> </ul>
	Pause area 2	$v=0 \text{ (cm/s)}$	10分：車輛需在區域中停止

### 量測方式

因採用之感測器只得量測通過感測器之平均速度，故此感測器於量測非等速運動之物體時，「速度量測值」將與「物體中心通過感測器之實際速度」存在一誤差。

一台完全按照競賽規範跑的理想模型車，其車體中心速度對位置的圖形呈現如下圖藍色線型，而以感測器量測此模型車之速度則會得到橘色量測點。

對照此兩組數據，會發現在其中兩組數據存在些微誤差，故我們將以橘色量測值作為判定同學是否



圖四、模型車運動模式與感測器量測值之差異 (速度對空間分布)

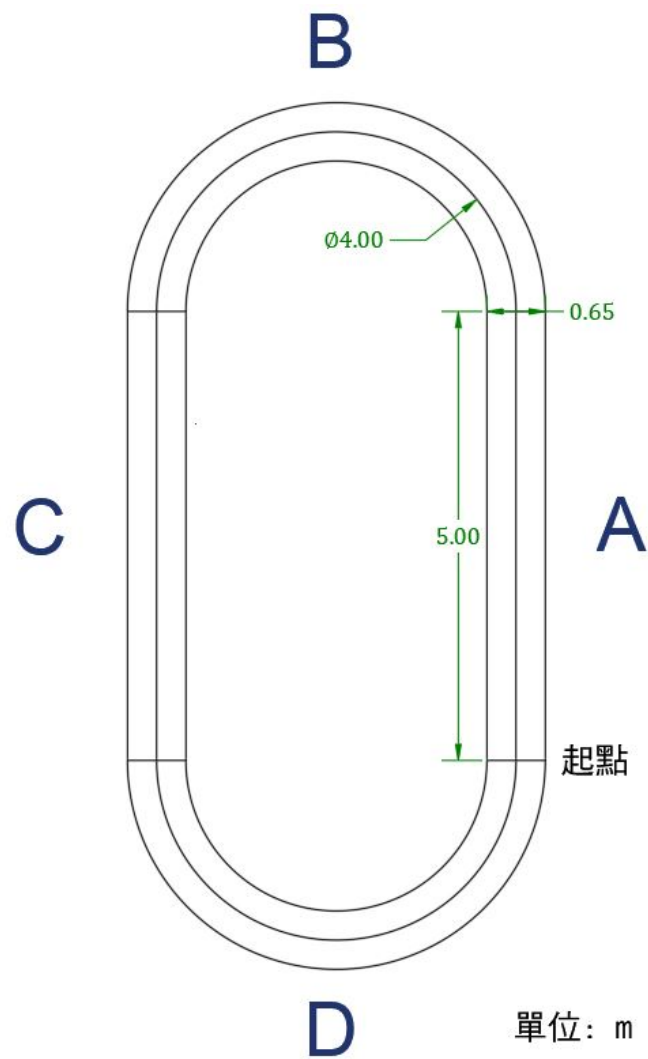
符合標準之依據。

## 機械工程實務期末驗收規則

為鼓勵學生針對賽道行為進行車輛的合作方式之設計修改，期末驗收將以跨組合作方式完成車輛的製作，各組需在指定設計規範內設計一載具，並且透過兩組合作完成跟車與超車任務。以下針對期末驗收規則，設計規範及評分標準分別陳述。

期末驗收規則：

- I. 賽道全長約 22.57m，寬 65cm，如圖五所示，分為四個區段(AC 直線段，BD 彎道段)。測試時間 10 分鐘，車輛全自主循跡(或跟車)，以風力驅動。
- II. 驗收任務為兩輛車皆以逆時針方向跑完賽道三圈，後車跟隨著前車，並在過程中完成兩次超車(前後車互換)。
- III. 依據四個項目(循跡、跟車、超車與平均車速)的完成度或優劣進行評分。
- IV. 除風扇產生之風力外，不得以其它動力驅動車輛(如前車拉後車、後車推前車等)，但允許兩車偶有擦撞。若有此情形，需返回起始點重新開始，期間不停錶。
- V. 賽道各處以每 25 公分為間隔設置一光電感測器，並依據感測器量測兩車距離，再做時間平均；以後車行走距離除以行走時間作為平均車速。
- VI. 驗收過程中任一車輛出線(任一車輛投影面積完全沒有在軌道範圍內)或以手(或外物)碰車，須返回起始點重新開始，期間不停錶。
- VII. 若前車領先後車超過半圈，兩車須回起始點重新開始。
- VIII. 兩車至少皆須跑完第一圈賽道才有分數。
- IX. 請以中線為循跡線，不得追跑道兩側線。
- X. 驗收過程中若欲進行更換、調整、拆卸、添加任何軟、硬體設備等行為，必須回到起始點重新測試。
- XI. 完成賽道後可返回起始點重新測試。取單次最高分者為期末驗收分數。



圖五、期末賽道圖



評分標準：

項目	規範	分數	備註
循跡 (30分)	跑完 3 圈	30 分	以後車所完成的圈數作評分。
	跑完 2 圈	20 分	
	跑完 1 圈	10 分	
跟車 (25分)	兩車平均距離 $\Delta L \leq 50\text{cm}$	25 分	若後車未能跑完第一圈，無法取得本項分數。
	$50\text{cm} < \Delta L \leq 75\text{cm}$	20 分	
	$75\text{cm} < \Delta L \leq 100\text{cm}$	15 分	
	$100\text{cm} < \Delta L \leq 150\text{cm}$	10 分	
	$150\text{cm} < \Delta L \leq 200\text{cm}$	5 分	
超車 (30分)	第二圈內即完成兩次超車	30 分	第一圈超車不列入評分計算。兩次超車至少需間隔一區段(如第一次超車發生在 A 區段，不能緊接著在 B 區段做第二次超車)，完成超車之區段以後車車尾作判定。
	第三圈內方完成第二次超車	25 分	
平均車速 (15分)	$v \geq 40(\text{cm/s})$	15 分	若後車未能跑完第一圈，無法取得本項分數。
	$40(\text{cm/s}) > v \geq 30(\text{cm/s})$	12 分	
	$30(\text{cm/s}) > v \geq 25(\text{cm/s})$	10 分	
	$25(\text{cm/s}) > v \geq 20(\text{cm/s})$	7 分	
	$20(\text{cm/s}) > v \geq 10(\text{cm/s})$	5 分	

## 設計規範與注意事項

- 期中測試與期末驗收均以全自主循跡，不得以遙控或遠端修改程式控制車輛。
- 以螺旋槳產生之風力來讓車輛達到驅動與制動之所有的動力，螺旋槳需自行設計與製造，螺旋槳需有保護裝置(Helix 徑向寬度需防護，例如紗網)，避免因葉片高速旋轉時脫落崩壞導致人員受傷。除螺旋槳機組外不得有其他動力來源。
- 車輛之制動(煞車)方式不限，唯不得由其他車輛提供。
- 整體機電系統需自行配置組裝，可採購市售機電零組件，電池與馬達數量及規格均不限制，惟需遵守 BOM 總成本規範。
- 成本管控為工程設計的重要一環，本次競賽最終設計成品的材料(BOM)總成本不得超過新台幣 3000 元。凡規格品元件均需保留原始型號及發票(收據)，凡自製品均需有資料佐證(例如加工過程照片或影片)，自製元件之材料也須列出，嚴禁元件委外加工。
- 車體大小不得大於 A4 尺寸(21.0cmX29.7cm)。
- 配重 250ml 的未拆封鋁箔包飲料作為車手重量，其位置與角度可任意擺放，惟需於車內。另須於車體右側橫置一黑色紙板(7cmX29.7cm)，用以遮蔽賽道光電開關之光源。
- 期中測試時間以五分鐘為限，期末驗收時間各組以十分鐘為限，期中測試與期末驗收之規範如前面所述。
- 期末驗收組別將於 5/15 期中回饋課程中抽籤決定。
- 保留變更賽制、最終解釋規則與裁定之權力。規則、流程與賽制若有更新，請以 COOL 上之最新公告為準。