

微球連續製程-線性平面磁場運動平台開發 委託計劃書

一、採購規格

所開發之技術與系統整合架構，需符合以下技術規格：

[1] 定子與動子電磁結構設計

1. 完成分離式雙列定子與雙排永磁動子之電磁結構設計。
2. 試作定子長度應達 ≥ 336 mm。
3. 動子尺寸以 $155\text{ mm} \times 168\text{ mm}$ 為設計基準，Z 軸浮升之目標附加負載能力應達 ≥ 300 g。
4. 以 6 列 N40 永久磁鐵、額定驅動電流 4 A、氣隙 2 mm 作為初始基準設計條件，得依分析及最佳化結果進行調整，並說明設計變更依據。
5. 完成永久磁鐵排列、線圈尺寸、匝數、線徑、電阻及磁極配置等設計。
6. 提出至少 2 種設計方案比較，並說明最終結構選擇及設計變更依據。

[2] 磁場、推力、浮升力與熱性能分析

1. 完成基準結構之磁通密度分布分析，確認主要工作區域之磁場特性。
2. 進行氣隙依賴性分析，比較不同氣隙對磁通密度、推力及浮升力之影響。
3. 建立位置—推力及位置—浮升力特性曲線，驗證 300 g 附加負載之浮升可行性。
4. 以正式軌道設計為分析對象，分析 X 方向 ≥ 300 mm 有效行程內之推力變化與推力漣波，評估線圈切換及端部效應。
5. 分析浮升力與重量之平衡工作點及動態穩定性。
6. 依 4 A 驅動條件進行簡易線圈銅損及熱性能分析，提出連續運轉與散熱設計建議。

[3] 驅動與控制架構設計

1. 完成雙列電磁線圈之電氣驅動與控制系統架構設計。
2. 建立各線圈之電流控制、激磁順序及分段切換控制方法。
3. 建立動子沿 X 方向移動之推進控制邏輯，並分析線圈交接時之推力連續性。
4. 建立浮升力調節與氣隙穩定之基本控制策略，提出位置／磁場回授之控制架構。

5. 定義驅動器所需電流、電壓、通道數、控制頻率及基本保護需求，作為後續硬體選型依據。
6. 提供控制流程圖、驅動時序及電氣系統架構圖。

[4] Python 數位模型建立與設計最佳化

1. 以 Python 建立可重複執行之電磁力與運動數位模型。
2. 針對基準設計結構「6 列 N40 永久磁鐵、4 A 驅動電流、2 mm 氣隙」進行多參數模擬驗證。
3. 模型至少可分析磁通密度、推力、浮升力、氣隙變化、X 位置推力漣波及浮升平衡點。
4. 進行磁鐵配置、氣隙、驅動電流等參數敏感度分析，至少完成 3 組以上參數條件比較。
5. 依分析結果提出最終設計參數與最佳化建議，說明設計選擇之量化依據。
6. 交付完整 Python 程式原始碼、輸入參數、分析結果及可重現之模擬資料。

[5] 原型平台試作與整合驗證

1. 依最終電磁結構與模擬分析結果，完成分離式線性平面磁場運動平台原型試作。
2. 完成定子長度 ≥ 336 mm 之雙列定子模組、雙排永磁動子及必要機構之製作與組裝。
3. 完成線圈驅動模組、電源、控制器、線性滑軌及相關電氣系統之整合。
4. 完成 Z 軸浮升與 X 軸移動功能之分項控制與測試：
 - Z 軸浮升測試時，不要求 X 軸推進及定位控制。
 - X 軸移動測試時，不要求 Z 軸浮升，並採線性滑軌支撐方式進行。
5. Z 軸浮升測試應具備 附加負載 ≥ 300 g 之測試條件。
6. X 軸移動測試之移動量應達 ≥ 168 mm。
7. 完成平台整體功能測試，並依實測結果與 Python 模擬結果進行比較分析，說明差異及可能原因。

欲參與開發之廠商需事前與工研院討論相關技術細節與電控配線架構。

二、驗收規範

- (1) 驗收時程:受委託廠商自得標日起,12週內須完成並交付整體整合結果。

(2)測試項目驗收規範

[1] 定子與動子電磁結構設計

1. 完成分離式雙列定子與雙排永磁動子之設計。
2. 試作定子長度應達 ≥ 336 mm。
3. 動子尺寸以 $155\text{ mm} \times 168\text{ mm}$ 為設計基準，Z 軸浮升之目標附加負載能力應達 ≥ 300 g。

[2] 磁場、推力、浮升力與熱性能分析

1. 完成定子與動子電磁結構設計條件下之磁場分析。
2. 提供磁通密度分布圖及主要工作區域磁場數值。

[3] 驅動與控制架構設計

1. 完成雙列電磁線圈之驅動與控制系統架構設計。
2. 提供各線圈之激磁順序、電流控制方式及分段切換邏輯。
3. 建立動子 X 方向推進控制及 Z 軸浮升力調節之基本控制流程。
4. 定義驅動器所需之電壓、電流、驅動通道數、控制頻率及基本過流／過熱保護需求。
5. 交付控制流程圖、驅動時序圖及電氣系統架構圖。

[4] Python 數位模型建立與設計最佳化

1. 交付可執行之 Python 模擬程式及完整原始碼。
2. 交付完整模型參數、輸入條件、模擬原始數據及分析結果檔案。

[5] 平台試作與整合驗證

1. 交付分離式線性平面磁場運動平台原型系統 1 套。
2. 試作定子長度應達 ≥ 336 mm，動子尺寸以 $155\text{ mm} \times 168\text{ mm}$ 為設計基準。
3. 完成雙列定子、雙排永磁動子、線圈驅動模組、電源、控制器、線性滑軌及相關電氣系統之組裝與整合。
4. 完成 Z 軸浮升功能驗證；測試時不要求 X 軸推進及定位控制，並以附加負載 ≥ 300 g 進行浮升功能測試。
5. 完成 X 軸移動功能驗證；測試時不要求 Z 軸浮升，採線性滑軌 (Linear Guide) 支撐方式進行，移動量應達 ≥ 168 mm。
6. 完成線圈激磁、分段切換及基本運動控制功能測試，確認原型平台可正常運作。提供原型平台實測數據，並與 Python 模擬結果進行比較，說明差異及可能原因。
7. 交付硬體規格表、零組件清單、電氣配線圖、操作說明及相關技術文件。

(3) 整體交付與驗收方式

- [1] 交付分離式線性平面磁場運動平台原型系統 1 套，包含定子、動子、線圈、驅動模組、控制器、電氣配線及系統運作所需之相關硬體。
- [2] 提交完整技術報告 1 份，內容至少包含系統設計、電磁分析、設計變更、模擬結果、控制架構及實機測試結果。
- [3] 提交定子、動子、線圈及永磁體之 2D/3D 設計圖、規格表及主要零組件清單。

經工研院確認硬體功能、軟體程式、模擬結果、技術文件及相關交付成果完整，並符合本案規格及驗收要求後，始視為驗收完成。

(4)驗收條件

- 受委託廠商需派專人共同驗收測試。若依驗證測試項目測試時發生問題，受委託廠商需於 七天內 解決問題。
- 工作成果（如控制程式、通訊協議說明文件、測試報告等）之所有權歸工研院所有。
- 廠商需保證對工作成果之使用不會侵害或違反任何第三人之專利、著作權、商業機密、契約權利或其他專有權利，若因違反而造成損害，承包廠商應負一切損害賠償責任。
- 非經本單位書面同意，承包廠商不得對外揭露其執行作業或作業過程中獲悉之任何資料，若因違反而造成損害，承包廠商應負一切損害賠償責任。
- 本系統中不得含有惡意竊取個人或公司資訊的程式碼，並遵守中華民國「個人資料保護」相關法令規定。若因違反而造成損害，承包廠商應負一切損害賠償責任。
- 本案之所有軟體、驅動介面程式及 Python 模擬程式、控制程式、驅動介面程式及相關演算法，皆需提供程式原始碼並必要註解說明。
- 本案之廠商於計畫執行過程中需配合工研院機械所進行開發設計變更。