

人形機器人產業減速器專題研究報告重點整理

一、減速器概述

1. 定義與作用
- 傳動系統核心部件，用於降低轉速、增加扭矩，具備鎖止機構、減少慣量等功能。

○ 分類：

▪ 通用減速器：基礎傳動（如工業齒輪箱）。

▪ 專用減速器：特定場景設計（如風電齒輪箱）。

▪ 精密減速器：高精度控制（機器人、高端機床）。
2. 精密減速器分類
- | 類型 | 結構特點 | 優勢 | 劣勢 | 應用場景 |
|-------|-------------------|-----------------|-------------|-------------|
| 行星減速器 | 單級傳動（太陽輪、行星輪、內齒圈） | 效率高（97-98%）、成本低 | 減速比小（3-10） | 機器人下肢、數控機床 |
| RV減速器 | 兩級傳動（行星+擺線針輪） | 承載強、平穩性高、減速比大 | 體積大、成本高 | 機器人基座、大臂 |
| 諧波減速器 | 波發生器+柔輪+剛輪 | 體積小、精度高、無背隙 | 柔輪易疲勞、承載能力低 | 機器人小臂、腕部、手部 |
- 二、全球與國內競爭格局
1. 全球市場

○ 行星減速器：德系主導（賽威傳動、紐卡特、威騰斯坦佔36%）。

○ RV/諧波減速器：日系壟斷（納博特斯克RV市佔率61%，哈默納科諧波市佔率82%）。

2. 國內市場

- **國產替代加速：**

- 行星減速器：中大力德、紐氏達特等頭部企業性能達國際水平。
 - RV減速器：雙環傳動市佔率15%，仍落後於日企。
 - 諧波減速器：綠的諧波市佔率26%，國產化進程最快。
-

三、人形機器人中的減速器應用

3. 關節設計關鍵

- 人形機器人關節數量：15-70個（Optimus採用14個旋轉關節）。
- 硬件構成：電機+減速器+傳感器+控制板。

4. 減速器選型方案

- Optimus：14個諧波減速器（輕負載、高精度部位）。
 - **國內廠商**：優必選、智元等採用諧波+行星組合方案（兼顧成本與性能）。
 - **趨勢**：
 - 腰部、髖部等高負載部位或轉向類RV減速器。
 - 準直驅方案（低減速比行星減速器+高扭矩電機）因成本低、響應快受關注。
-

四、材料與結構創新

5. 材料變革

- **連續球墨鑄鐵**：低成本、輕量化、散熱優，預計2030年全球機器人減速器市場規模達109億元（人形機器人佔50.7億元）。
- 代表企業：恆工精密（國內產能第一，全球領先）。

6. 結構創新

- RV減速器耐重載特性適配人形機器人高負載關節（如腰部、髖部）。
-

五、市場空間與受益標的

7. 市場預測

- 2022年全球精密減速器市場規模197億元。
- 2030年人形機器人產量達100萬台時，精密行星/RV/諧波減速器增量空間分別為20.1/95.6/53.6億元。

8. 重點企業

| 公司 | 核心優勢 | 評級 |
|------|----------------------|----|
| 恆工精密 | 連續球墨鑄鐵龍頭，機器人減速器隱形冠軍 | 買入 |
| 中大力德 | 全品類減速器+機電一體化佈局 | 增持 |
| 綠的諧波 | 諧波減速器國產龍頭，海外擴張加速 | 關注 |
| 雙環傳動 | RV減速器國內市佔率第一，新能源業務增長 | 關注 |

六、風險提示

1. 人工智能技術發展不及預期。
2. 人形機器人商業化進程緩慢。
3. 行業測算偏差及信息更新滯後風險。

總結：減速器是人形機器人關節的核心部件，技術迭代與國產替代是核心趨勢。精密行星、RV、諧波減速器各具適用場景，材料創新（如球墨鑄鐵）與結構優化（如RV適配高負載）將驅動行業增長，國內頭部企業有望在國產替代中受益。