

50 分 26 秒鐵骨傳奇：KOFON 行星關節 建構半馬冠軍機械本體

2026 年 4 月 19 日，北京亦莊。當榮耀「閃電」機器人以淨成績 50 分 26 秒衝過半程馬拉松終點線、刷新人類世界紀錄之際，這不僅是人工智慧演算法的勝利，更是精密機械傳動的極限應力測試。在其紅色外骨骼內，支撐這趟 21.0975 公里高強度奔馳的膝關節、髖關節，皆是由科峰 KOFON 研發設計的驅動模組，採用航太等級精密行星減速技術打造。這場里程碑式的突破，不只是速度的超越，更是在材料與結構層面，對物理極限法則的重大突破。

一、馬拉松：關節承受的極限工况試煉

人形機器人執行馬拉松奔跑任務，其面臨的考驗遠遠超過一般工業應用場景；這類運動並非產線式的單調規律動作，而是屬於包含爆發起跑、負載變化上下坡行進、緊急煞車與轉向在內的極端工况，對於腰部以下的支撐關節來說，必須承受數倍機體自重的落地衝擊負載、在有限空間內因數萬次高扭矩輸出而持續累積大量熱能，且全程 21 公里賽程必須做到零失步、零齒輪滑動，具備絕對可靠度。傳統通用型關節難以因應此類严苛環境，因此科峰 KOFON 導入航太高可靠度領域成熟的行星減速技術，並經過全方位結構強化，成功移植應用於人形機器人下肢關節之中。

傳統通用型關節難以滿足此類工况需求，KOFON 解決方案係引進航太高可靠度領域所採用的行星減速技術，並進行極致結構強化，使其可導入應用於人形機器人下肢關節。

二、突破物理極限：從材料到結構的重載型設計

為因應馬拉松等級的高負載工况，KOFON 於關節模組本體層面導入三層極限強化設計：

材料層面：導入 20CrMnTi 實現「外硬內韌」設計理念

下肢髖關節、膝關節須同時具備耐磨耗與耐衝擊能力。KOFON 堅持選用 20CrMnTi 滲碳合金鋼 做為太陽齒輪與行星齒輪之核心材質。透過精密熱處理，齒輪表面硬度可達 HRC 60 以上，確保歷經數萬次往復摩擦循環後，齒輪齒形仍可維持完整不變；與此同時，齒輪芯部保有高韌性，可在機器人足部落地瞬間吸收衝擊能量，避免材質硬而脆所帶來的斷齒風險。這也是「閃電」機器人能在複雜路面穩定奔跑的微觀技術基礎。

結構層面：行星減速機帶來的「扭矩密度」優勢

在關節有限空間內輸出大扭矩，是機器人具備爆發動力的關鍵。KOFON 採用高減速比行星齒輪機構設計，相較其他傳動形式，行星結構擁有更高的扭矩密度與整體剛性。讓「閃電」在起跑、爬坡時可瞬間輸出高達數百牛頓公尺的扭矩，且背隙幾近於零，確保動力傳輸即時且精準。

散熱控溫層面：共同研發之液冷散熱系統

連續滿載運轉 50 分鐘會在機構內部產生龐大熱能。對此，KOFON 與榮耀共同開發一體化高效液冷散熱系統。該系統將冷卻流道直接內建於關節外殼本體，形成環繞式散熱機制，可快速帶走馬達運轉與齒輪摩擦所產生的大量熱能。透過此系統，讓「閃電」關節在全程賽事中維持穩定工作溫度，不會發生扭矩衰減，即使到賽事後段仍能維持衝刺等級的爆發動力。

三、冠軍背後的無名王者：精密傳動之系統級保障

「閃電」機器人奪冠，既是榮耀在演算法與控制技術上的勝利，同樣也是 KOFON 在機械基礎架構層面的成果展現。

零故障的可靠底蘊：透過行星機構的負載均分特性（多齒嚙合），搭配 20CrMnTi 材質優異的抗疲勞性能，KOFON 關節在數萬次往復運轉週期內實現全程零故障。當馬拉松賽事進入後半段，多數機器人皆因關節磨耗而出現步態不穩時，「閃電」仍維持起跑階段的機械精度表現。

高剛性所帶來的核心價值：高扭轉剛性可確保機器人足部落地時，不會因關節變形產生滑移，亦是高速行進過程中維持身體平衡的物理先決條件。

50 分 26 秒這一成績，不僅是榮耀「閃電」的里程碑，更是行星傳動技術導入高動態、高衝擊人形機器人應用的重要里程碑。KOFON 整合航太等級可靠度工程、耐衝擊齒輪結構，以及與榮耀共同研發的頂級散熱技術，證明在通用 humanoid 機器人的發展路上，堅固、穩定、耐久的機械本體，與智慧大腦具備同等重要性。當「閃電」邁過終點線的每一步，都代表精密機械傳動技術，向物理極限給出最穩固的回應。

