

Qantek CoolSkin™ × CoolArmor™

一種機器人外部柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統

最終版白皮書

核心定位：柔性皮膚 × 硬質外甲 × 外部熱管理 × 可維修模組化

本白皮書可作為 Qantek 康酷新能源對機器人公司之技術介紹、內部開發規劃，以及專利公司撰寫技術交底書之基礎資料。

一、白皮書定位

本白皮書提出一種應用於人形機器人、服務機器人、陪伴型機器人、展示型機器人、教育機器人、工業協作機器人之外部柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統。

本系統不是單一外皮材料，也不是單一散熱材料，而是將柔性皮膚、硬質外甲、熱管理、防燙接觸、耐水解、防護緩衝、外觀裝飾、可拆維修與模組化量產整合為一套機器人外部材料系統。

核心代表產品

1. Qantek CoolSkin™ 酷冷膚：機器人柔性熱管理皮膚系統。
2. Qantek CoolArmor™ 酷甲：機器人柔硬複合外甲材料系統。
3. CoolSkin × CoolArmor 整合模組：機器人外部皮膚、外甲、防護與熱管理一體化系統。

二、核心定義

一種應用於機器人外部之柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統，其由外部表面層、柔性緩衝層、硬質或半硬質支撐層、局部導熱 / 隔熱功能層、熱擴散通道、可拆卸固定結構與模組化外甲結構組成，用於提供機器人外觀、防護、觸感、熱管理、防燙、耐水解與維修便利性。

傳統散熱解決機器人內部過熱；CoolSkin 與 CoolArmor 解決機器人外部能否安全接觸、長期耐用、好看、可維修、可量產。

三、市場背景

人形機器人正從展示機、科研樣機，逐步走向商業服務、家庭陪伴、教育互動、工業協作與特殊應用場景。當機器人開始接近人、服務人、觸碰人，其外部材料不再只是外殼，而是同時承擔外觀、防護、觸感、熱管理與維修五種角色。

- 外觀角色：決定品牌形象與產品質感。
- 防護角色：保護內部模組、關節、線束與電子元件。
- 觸感角色：影響人機互動的安全感與舒適度。
- 熱管理角色：控制局部熱點與表面熱感。
- 維修角色：支持拆卸、更換、清潔與售後服務。

目前多數機器人外部包覆仍停留在塑膠殼、PU 皮革、簡單泡棉、3D 列印件或普通裝飾外皮階段，尚未形成真正意義上的外部熱管理皮膚與外甲系統。

四、現有機器人散熱系統與不足

層次	方案	主要處理問題
1	自然對流	低功耗散熱
2	強迫風冷	內部模組散熱
3	導熱墊片 / 導熱膠	熱源接觸傳熱
4	熱管 Heat Pipe	高熱點轉移
5	相變材料 PCM	短時削峰
6	液冷 / 冷板 / 複合式散熱	高功率散熱
7	CoolSkin × CoolArmor	外部接觸安全、熱感控制、外觀防護、可維修

前六類方案主要處理主控板、AI 運算模組、電池、馬達、驅動器、電源模組與內部電子元件保護，但通常沒有完整解決外表面燙感、人體接觸安全、外皮水解、外甲防護與維修便利性。

六大散熱系統解決機器人會不會過熱；CoolSkin × CoolArmor 解決機器人能不能被人安全接觸、長期使用、可靠維修與高端呈現。

五、PU 皮革與傳統外皮的限制

- 濕熱水解：長期濕熱、汗液、環境濕氣下容易發黏、裂解、粉化。
- 熱老化不足：靠近馬達、電池、控制板等熱源時，容易變硬、變色、失去彈性。
- 耐清潔不足：酒精、清潔劑、消毒液長期擦拭後可能失光、龜裂、脫皮。
- 彎折疲勞：關節部位長期活動後易產生皺折、裂紋、脫層。
- 外觀壽命短：服務型機器人若外皮發黏、掉皮，會直接降低品牌形象。
- 缺乏熱管理結構：傳統皮革主要是裝飾材料，不具備熱擴散、局部導熱、防燙接觸與可維修模組功能。

PU 皮革解決初期外觀成本；矽膠皮革與柔硬複合外甲系統解決長期可靠性、可接觸安全與高端品牌形象。

六、Qantek 系統解決方案

1. CoolSkin™ 酷冷膚

定位：機器人外部柔性熱管理皮膚系統。

- 低熱感外層
- 防燙接觸
- 柔性包覆
- 耐水解

- 耐汗液
- 耐清潔
- 局部熱擴散
- 可拆卸維修
- 人體接觸安全

材料層	目前實測參考值	正確定位
矽膠表皮	約 0.17 W/m·K	低熱感、防燙、耐久、人體接觸安全之外部皮膚層
矽膠表皮 + 布基	約 0.11 W/m·K	柔性支撐與低熱感外被結構

CoolSkin 的散熱邏輯不是依靠外皮本身高導熱，而是：內部導熱，外部降感；局部導出，區域擴散。

2. CoolArmor™ 酷甲

定位：機器人柔硬複合外甲材料系統。CoolArmor 不是單純硬殼，而是由柔性表皮、緩衝層、硬質或半硬質支撐層、功能層與連接結構形成的複合外甲。

- 外部防護
- 柔硬複合支撐
- 外觀造型
- 防撞緩衝
- 模組化外殼
- 可拆卸維修
- 局部熱管理
- 表面裝飾
- 結構支撐

3. CoolSkin × CoolArmor 整合系統

- 柔性外皮區
- 半硬外甲區
- 硬質保護區
- 導熱通道區
- 隔熱防燙區
- 關節活動區
- 可拆維修區

- 外觀裝飾區

適用於胸甲、背甲、肩甲、手臂護甲、腿部護甲、關節護套、電池背包外殼、全身柔性外被與展示型機器人外觀套件。

七、系統結構

1. 外部表面層

功能：外觀、觸感、耐候、耐水解、耐汗液、防污、可清潔、品牌識別。

可選材料 / 結構：矽膠皮革、PU 皮革、PVC 皮革、TPU 膜材、TPU 皮革、TPE / TPR 彈性材料、矽膠膜、矽膠塗層布、PC 膜、PET 膜、IMD 膜片、OMD 膜片、裝飾膜、印刷膜、紋理膜、透明膜、霧面膜、射出成型外殼、高周波模壓成型件、熱壓成型件、真空成型件、複合貼合表皮。

2. 柔性緩衝層

功能：防撞、緩衝、降噪、減震、增加柔軟觸感、填補外殼與外皮間空隙、降低硬質外甲直接接觸感。

可選材料 / 結構：PU 泡棉、矽膠泡棉、EVA 泡棉、TPU 泡棉、橡膠發泡層、微孔矽膠層、阻燃泡棉、彈性緩衝膠層。

3. 硬質／半硬質支撐層

功能：外甲支撐、保護內部零件、維持造型、提供裝配基準、防撞防刮、支持模組化固定。

可選材料 / 結構：PC、PET、ABS、PP、PA、TPU 硬片、PET 片材、PC 薄板、PC 射出件、PC 吸塑件、PET / TPU 複合片、PC / TPU 複合片、玻纖板、碳纖板、複合纖維板、尼龍片。

4. 局部導熱接觸層

功能：對應熱源、接觸熱點、將熱量導入熱擴散通道、避免單點積熱、支援局部可更換。

可選材料 / 結構：導熱矽膠墊、導熱凝膠、導熱膏、導熱接著劑、導熱雙面膠、導熱泡棉、導熱相變材料、導熱膜、導熱膠線。

5. 柔性熱擴散通道層

功能：將局部熱源導出，把單點熱量分散成區域熱量，降低表面局部燙感，避免外皮內部悶熱。

可選材料 / 結構：點狀、線狀、條狀、網格狀、放射狀、蜂巢狀、區域片狀、分段式與關節避讓式導熱結構。

6. 熱緩衝與防燙層

功能：降低表面熱感、防止局部燙手、保持人體接觸安全、增加觸摸舒適性。

可選材料 / 結構：矽膠泡棉、微孔矽膠層、低導熱彈性層、阻燃泡棉、柔性緩衝膠層、多孔隔熱層。

7. 可拆卸固定結構

功能：快速裝配、快速維修、可更換外皮、可更換導熱墊片、可清潔、可分區替換。

可選材料 / 結構：拉鏈、隱藏式拉鏈、魔鬼氈、卡扣、磁吸定位件、彈性束帶、模組袋、定位孔、定位柱、快拆扣、螺絲孔、嵌件、可拆式護套、分段式外甲連接件。

熱路徑走外側，不走關節彎折中心。

八、產品模組分類

模組	適用位置	主要結構	熱流 / 功能邏輯
胸背熱管理外被模組	胸部主控板、AI 運算板、電源模組、背部散熱區	外層矽膠皮革或 TPU 表皮；內側彈性布基；胸部局部導熱墊片；胸部至背部線狀 / 網格狀導熱通道；背部大面積擴散區；背部隱藏式拉鏈。	胸部熱源 → 導熱接觸層 → 導熱通道 → 背部擴散區 → 外層低熱感表面
電池背包熱管理外甲模組	背部電池、能源模組、電源管理系統、背包式控制模組	PC / PET / TPU 外甲表面；阻燃緩衝層；導熱墊片；側腰方向熱擴散通道；背部防燙外層；可拆式導熱墊片袋。	電池熱源 → 導熱層 → 側腰或背部擴散區 → 外層緩慢釋放
關節外側熱管理護套	肩、肘、膝、髌、腕、踝	高彈性矽膠皮革或 TPU 外層；彈性布基；關節外側導熱條；避讓式熱通道；分段式半硬護甲；快拆固定扣。	馬達 / 減速器 → 關節外側導熱條 → 外側護甲擴散區 → 柔性外皮降感
肩甲 / 胸甲 / 背甲複合外甲模組	肩部、胸部、背部、側腰、大腿外側	外部表面層、柔性緩衝層、支撐層、功能層、連接層、固定結構組合。	依熱源與結構需求設計導熱、隔熱或防護路徑
全身展示型外皮套件	商用展示、服務、陪伴、教育、品牌展示機器人	外觀完整性、親和觸感、防水解、防汗液、可清潔、局部防燙、可拆洗、可更換品牌外觀。	依胸背與關節熱點分區配置

九、材料與工藝整合

材料	主要價值	適用位置
矽膠皮革	耐水解、低熱感、耐候、觸感穩定	外皮、胸背、手臂
PU 皮革	成本低、外觀多樣	展示樣品、低成本外皮
PVC 皮革	成本低、耐污	非高端外觀件
TPU	耐磨、彈性、可高周波加工	關節、膜材、外層
PC	強度高、透明、耐衝擊	外甲、透明護殼
PET	膜片、裝飾、IMD/OMD 載體	表面膜、裝飾層
IMD	模內裝飾、高質感	外甲表面
OMD	模外裝飾、曲面覆膜	曲面外甲
玻纖板	支撐、強度、輕量	硬質外甲

碳纖板	輕量高剛性	高階外甲
-----	-------	------

製程方法

- 高周波模壓
- 熱壓成型
- 真空吸塑
- 射出成型
- 液態矽膠射出成型
- 固態矽膠模壓
- TPU 熱壓
- IMD 模內裝飾
- OMD 外飾成型
- 貼合成型
- 複合層壓
- 縫製成型
- 超音波熔接
- 雷射切割
- 模組化組裝
- 卡扣組裝
- 磁吸組裝
- 螺絲固定組裝

重點不是單一製程，而是這些製程形成的機器人外部柔硬複合皮膚 / 外甲 / 熱管理模組。

十、熱管理邏輯

不做錯誤宣稱

- 外層材料本身即為高導熱材料。
- 單靠外皮即可取代風冷、熱管、液冷。
- 表面溫度在任何情況下都固定維持 38°C。
- 所有熱源都可由外皮完全解決。

正確熱管理邏輯

外層低熱感，內層設熱路徑；熱源局部導出，外部區域分散；內部散熱保護元件，外部熱管理保護接觸者。

熱源	典型熱路徑
胸部熱源	胸部主控板 → 導熱墊片 → 導熱通道 → 背部擴散區 → 外層低熱感釋放
電池熱源	電池模組 → 導熱接觸層 → 側腰或背部擴散區 → 防燙緩衝層 → 外部表皮
關節熱源	馬達 / 減速器 → 關節外側導熱條 → 外側護甲擴散區 → 柔性外皮降感

十一、可靠性測試規劃

測試類別	測試項目	目的
熱性能	熱像儀測試、表面溫升測試、熱源功率模擬、內部積熱測試、導熱通道比較	觀察熱擴散均勻性與表面熱感
機械可靠性	彎折、拉伸、剝離、耐磨、跌落 / 撞擊、扭轉	評估關節、外甲與層間可靠性
環境耐久	高溫、濕熱、UV、冷熱循環、人工汗液、酒精擦拭、清潔劑擦拭、油污	評估長期使用與清潔場景
安全測試	阻燃、絕緣、VOC、RoHS、REACH、氣味、皮膚接觸安全	評估商用與公共場域導入條件

十二、產品版本規劃

版本	定位	主要結構	適用場景
Lite 標準外觀版	外觀、觸感、耐水解、基礎防護	矽膠皮革或 TPU 外層、彈性布基、基礎緩衝層、可拆卸結構	展示型、教育、陪伴型機器人
Pro 熱管理版	外觀、防燙、局部熱擴散、可維修	低熱感外層、彈性布基、局部導熱墊片、線狀 / 條狀導熱通道、隱藏式拉鏈或卡扣	服務、商用人形、長時間互動機器人
Max 高階複合外甲版	外觀、防護、熱管理、柔硬複合、模組化外甲	矽膠皮革 / TPU / PC / PET / IMD / OMD 表面、緩衝層、支撐層、功能層、快拆外甲	高階人形、工業協作、展示與特殊應用機器人

十三、商業價值

對機器人公司

- 外皮水解問題
- 外觀壽命問題
- 表面燙感問題

- 關節保護問題
- 外甲防護問題
- 售後維修問題
- 品牌質感問題
- 外部材料供應鏈整合問題

對康酷 Qantek

Qantek 不是單一材料供應商，而是機器人外部材料系統解決方案平台。

- 酷冷膚 CoolSkin
- 酷甲 CoolArmor
- 酷流 Coolflex
- Qantek Thermal 導熱材料
- FoamSil 矽盾發泡材料
- HumaSkin 仿生皮膚材料
- CoolESS 儲能材料方案

十四、對外說明版本

100 字簡介

Qantek CoolSkin™ × CoolArmor™ 是康酷新能源面向人形機器人開發的外部柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統，整合矽膠皮革、TPU、PC、PET、IMD/OMD、導熱墊片、柔性熱擴散通道與可拆式外甲結構，兼具外觀、防護、防燙、耐水解、觸感安全與維修便利性。

300 字介紹

Qantek CoolSkin™ × CoolArmor™ 是一套應用於人形機器人與服務機器人之外部柔硬複合材料系統。傳統機器人散熱多集中於內部風冷、熱管、導熱墊片或液冷方案，但對外表面燙感、人體接觸安全、外皮水解、外甲防護與維修便利性仍缺乏完整解法。康酷新能源以 CoolSkin 酷冷膚作為柔性熱管理皮膚，以 CoolArmor 酷甲作為柔硬複合外甲，整合矽膠皮革、PU、PVC、TPU、PC、PET、IMD、OMD、高周波模壓、射出成型、導熱墊片、導熱膠線、緩衝泡棉與可拆式結構，形成可應用於胸背、關節、電池背包、肩甲、手臂與腿部外甲的模組化方案。其核心價值不是單純散熱，而是讓機器人更安全可接觸、更耐用、更美觀、更容易維修，並協助機器人公司建立長期可靠的外部材料系統。

十五、對客戶拜訪說法

目前貴公司的散熱系統大多處理內部元件，例如主控板、電池、馬達與 AI 模組。但人形機器人真正進入服務場景後，還會面臨外表面燙感、外皮老化、PU 水解、關節外甲磨損、維修拆裝與外觀一致性問題。Qantek CoolSkin 與 CoolArmor 不是取代現有散熱系統，而是在現有散熱系統外面增加一層外部熱管理皮膚與柔硬複合外甲。它可以將局部熱點透過導熱墊片與柔性熱擴散通道分散，同時利用矽膠皮革、TPU、PC、PET、IMD/OMD 及複合外甲結構，提供防燙、耐水解、防護、美觀與可維修能力。這是人形機器人從工程樣機走向商業量產時，必須補上的外部材料系統。

十六、專利布局建議

專利項目	建議名稱	保護重點
第一件：CoolSkin 酷冷膚	一種應用於機器人的外部熱管理皮膚系統	低熱感外層、局部導熱接觸層、柔性熱擴散通道、可拆卸外被、人體接觸安全
第二件：CoolArmor 酷甲	一種應用於機器人的柔硬複合外甲系統	外部表面層、柔性緩衝層、硬質 / 半硬質支撐層、功能層、可拆卸固定結構、模組化外甲
第三件：整合系統	一種機器人外部柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統	柔性皮膚 + 外甲、熱管理 + 防護、外觀 + 可維修、低熱感 + 硬質支撐、模組化整合

十七、專利權利項方向

獨立權利項建議

一種應用於機器人外部之柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統，其包括：一外部表面層；一設置於該外部表面層內側之柔性緩衝層；一硬質或半硬質支撐層；至少一局部導熱或隔熱功能層；至少一柔性熱擴散通道；一可拆卸或可固定於機器人本體之外部連接結構。

其中，該外部表面層、柔性緩衝層、硬質或半硬質支撐層與功能層共同形成一可安裝於機器人外部之柔硬複合外被或外甲模組，並用於提供外觀、防護、緩衝、熱管理、防燙接觸與模組化維修功能。

從屬權利項建議

4. 所述外部表面層為矽膠皮革、PU 皮革、PVC 皮革、TPU、TPE、PC 膜、PET 膜、IMD 膜片、OMD 膜片、射出成型件、高周波模壓件或複合貼合表皮。
5. 所述柔性緩衝層為 PU 泡棉、矽膠泡棉、EVA 泡棉、TPU 泡棉或橡膠發泡層。
6. 所述硬質或半硬質支撐層為 PC、PET、ABS、PP、PA、TPU 硬片、玻纖板、碳纖板或複合纖維板。
7. 所述功能層包括導熱矽膠墊、導熱接著劑、導熱膜、隔熱泡棉、阻燃層、熱熔膠膜或 TPU 膠膜。

8. 所述柔性熱擴散通道為點狀、線狀、條狀、網格狀、放射狀、蜂巢狀或區域狀結構。
9. 所述柔性熱擴散通道避開機器人關節彎折中心，並設置於關節外側區域。
10. 所述外甲模組為胸甲、肩甲、背甲、手臂護甲、腿部護甲、關節護套、電池背包外甲或全身外被。
11. 所述外甲模組透過高周波模壓、熱壓、真空成型、射出成型、IMD、OMD、縫製、貼合或模組化組裝形成。
12. 所述可拆卸固定結構包括拉鏈、隱藏式拉鏈、魔鬼氈、卡扣、磁吸件、彈性束帶、定位孔、定位柱、螺絲孔或快拆固定件。
13. 所述外部表面層具有耐水解、耐汗液、耐酒精擦拭、耐清潔劑擦拭或耐熱老化特性。
14. 所述系統可與機器人內部風冷、熱管、液冷、冷板、導熱墊片或相變材料散熱系統配合使用。
15. 所述系統用於降低機器人外表面局部燙感，並提高人體接觸安全性。

十八、專利公司附圖建議

16. 人形機器人整體外部柔硬複合皮膚與外甲系統示意圖。
17. CoolSkin 多層剖面圖。
18. CoolArmor 多層剖面圖。
19. CoolSkin × CoolArmor 整合剖面圖。
20. 胸部熱源導向背部擴散區示意圖。
21. 電池背包導向側腰或背部擴散區示意圖。
22. 關節外側導熱通道避讓彎折中心示意圖。
23. 點狀、線狀、網格狀導熱通道示意圖。
24. 拉鏈、卡扣、磁吸、快拆等可拆卸結構示意圖。
25. 胸甲、肩甲、背甲、手臂、腿部模組化外甲示意圖。

十九、不可寫死的内容

- 表面一定維持 38°C。
- 外層一定是高導熱材料。
- 只能使用矽膠皮革。
- 只能使用某一種導熱係數。
- 只能使用石墨片、金屬片或某單一材料。
- 可完全取代風冷、熱管或液冷。
- 所有機器人散熱問題都能單獨解決。

應改用：可降低局部熱感、可提升接觸安全、可與既有散熱系統配合、可依熱源位置配置導熱通道、可形成外部熱管理界面、可形成柔硬複合防護外甲。

二十、最終結論

Qantek CoolSkin™ × CoolArmor™ 的真正價值，不是單一材料，也不是單一散熱技術，而是建立一套面向人形機器人的外部材料系統。

- 外皮不能水解
- 表面不能燙手
- 關節不能卡死
- 外甲不能太重
- 外觀不能粗糙
- 維修不能困難
- 材料不能各自為政
- 散熱不能只停留在內部元件

Qantek CoolSkin™ × CoolArmor™ 是結合柔性低熱感皮膚、局部導熱通道、柔性緩衝層、硬質 / 半硬質外甲、可拆卸固定結構與多材料成型工藝的人形機器人外部柔硬複合熱管理皮膚與外甲系統。

CoolSkin 讓機器人可以被安全接觸；CoolArmor 讓機器人可以被可靠保護；兩者結合，讓機器人從工程樣機走向可量產、可維修、可展示、可長期使用的商業產品。