

■ 資料來源：北京綠色金融與可持續發展研究院  
《零碳循環：產業互聯網邁向碳中和》

# 零碳循環： 可持續發展新動能

## 零碳循環的內涵

工業革命以來，「開採、製造、使用、丟棄」的線性模式使經濟發展與資源可持續利用之間的矛盾愈發突出，引發資源耗竭、生態破壞、環境惡化、氣候變化等危機。為應對此類危機，探索社會的可持續發展路徑，循環經濟應運而生（ROEHL，MSC，CEIL，循環派，2022）。循環經濟（Circular Economy）以資源節約和循環利用為特徵，致力於實現環境和諧的經濟發展，「資源—產品—再生資源」的循環利用模式是其與傳統經濟模式的主要差異。在循環經濟的框架中，循環模式的本質是「廢物資源化」，是從全域的視角看待資源問題。

零碳循環建立在循環經濟的基礎上，從碳中和目標中應運而生，強調在循環模式的基礎上增加低碳或零碳的理念，即在產品設計、生產、使用、回收的閉環裏嵌入循環、低碳乃至零碳的要求，依托於貫通產業鏈的互聯平台，精準對接上下游資源，嚴格把控產業鏈不同環節的碳排放，大幅提高資源利用效率，以系統思維把控落實產品全流程的減排。此外，在挖掘所有減排潛力之後，對於產品必然的損耗和剩餘的排放，則配合負排放技術進行移除或購買碳匯達致抵消，最終實現整條價值鏈的淨零排放。

## 助力降碳： 循環經濟的新使命

進入 21 世紀以來，氣候變化逐漸變成全球主流議題，零碳循環也因此成為氣候行動的前沿。碳循環經濟（circular carbon economy）顧名思義是圍繞碳的循環利用而展開的經濟活動，可以用「4 個 R」概括：即減少碳排放（Reduce）、再利用（Reuse）、回收（Recycle）和碳移除（Remove）（Aramco，2022）。該模型包括產品從原材料、生產、消費到再利用的完整流程，將碳排放內化至價值鏈的不同環節，力圖實現商品全流程的降碳和資源節約，是達致碳中和的重要途徑。

減碳目標在循環經濟的推廣和創新實踐將深刻影響產業的重構、革新和標準制定，能夠賦予產業鏈生態新的使命和要素。箱箱共用就通過將傳統包裝升級為智能循環包裝，將單一的產品模式變成循環服務模式，用數碼化技術重塑行業生態，激活物流包裝行業，革新行業效率，推動智能包裝在全社會的循環與共用，有力推動行業走向零碳未來。從箱箱共用的實踐可以看出，零碳循環模式不僅可以給企業創造經濟效益，還能兼顧社會效益，有能力實現碳中和背景下社會效益和經濟效益的雙贏。

## 政策驅動和技術創新

隨著實現低碳可持續發展成為全球共識，世界主要經濟體普遍把發展循環經濟作為破解資源環境困局、應對氣候變化、培育經濟新增長點的基本路徑。全球各主要經濟體相繼出台了支持循環經濟發展的政策、規劃或方案。2020年，歐盟頒佈了新版循環經濟行動計劃，此前，法國已經公佈了循環經濟路線圖，德國也將發展循環經濟作為實現2045年溫室氣體淨零排放的重要路徑。2018年，日本通過了第四次循環型社會形成推進基本計劃。在中東地區，沙特等國同樣提出了「碳循環經濟」理念。在拜登上台之後，美國總統氣候問題特使克里曾提出「零碳電力、零排放汽車、零碳建築、零廢物製造」等設想，「零廢物製造」指的就是循環經濟。國際社會已經形成了加速綠色低碳轉型、發展循環經濟的趨勢，以應對全球環境和氣候領域的新挑戰。

自碳中和目標提出後，中國力圖進一步將循環經濟與綠色低碳的發展路徑相結合。2021年2月，國務院發佈了《關於加快建立健全綠色低碳循環發展經濟體系的指導意見》，強調要健全綠色低碳循環發展的生產體系推進工業綠色升級、加快農業綠色發展、提高服務業綠色發展水平、壯大綠色環保產業、提升產業園區和產業集群循環化水平、構建綠色供應鏈。二是健全綠色低碳循環發展的流通體系要打造綠色物流、加強再生資源回收利用。通過對生產體系、流通體系、消費體系的綠色低碳循環發展的全面部署，中國將循環經濟深度融入美麗中國的建設中，並在9月發佈實現雙碳目標的綱領性文件中，提出到2025年，初步形成綠色低碳循環發展的生產、流通、消費體系；到2035年，碳排放達峰後穩中有降，美麗中國建設目標基本實現。而在《「十四五」循環經濟發展規劃》（國家發展改革委，2021）中，進一步提出到2025年，主要資源產出率要比2020年提高20%，再次預示碳中和圖景下，與資源循環利用相關的產業會有巨大發展空間。

在技術層面，將產業互聯的技術與平台應用於循環經濟領域，並服務於綠色低碳的目的，構成了零碳循環的基本土壤。由於產業鏈集群串聯了更多細分垂直領域，不同環節對互聯功能和內容的需求存在差異，因此以產業互聯為骨架的循環模式在不同領域擁有差異化的應用場景。比如，在能源電力領域，利用數碼化平台削減碳足跡可以表現為基礎設施迭代時優化設計和流程，最小化資源損耗；在建築和家電領域，這項技術可以體現在建材和家電綠色數碼化回收平台的構建，結合數碼平台串聯顧客、銷售渠道和回收系統，優化產業鏈體系和流程，並以此創造減排空間；對零售業來說，數碼平台能夠提前對接顧客需求與線下實體店的倉儲，使顧客或零售店預知包裝需求和替換選項，增強循環包裝的便利程度；在物流領域，區塊鏈和5G技術則能夠幫助精準對接產業鏈上下游的用戶的需求，甚至實現對每個獨立包裝單元的精細化管理，最大程度減少循環過程中的損耗。

## 資源的高效利用作為循環經濟降碳的路徑

循環經濟「減量化、再利用、資源化」的原則與低碳發展模式高效率、低排放的需求不謀而合，只要在設計循環模式的過程中強調碳排放這一要素，循環經濟很可能成為社會低碳轉型進程的一大助力。循環經濟在低碳領域現有的應用方式包括：

- 材料替代，利用粉煤灰等固體廢棄物替代石灰石等高載碳原料；
- 流程優化，通過回收利用，縮短工藝流程，有效減少能源和資源消耗；
- 燃料替代，利用生物質廢棄物替代化石能源進行發電；
- 能效提升，通過餘熱餘壓回收利用、產業園區能源等基礎設施共建共享等措施，可大幅提高能源利用效率；
- 產品循環，通過再製造、高質量翻新、延壽等技術手段，大幅削減製造新件帶來的資源能源消耗和碳排放等

（中國循環經濟協會，2021）。

通過對資源的高效利用和轉化，循環經濟可以帶來巨大的減排效益。據估算，能源轉型和能效提升能支撐全社會經濟部門55%的碳減排，日常生活中資源的循環利用則將實現餘下45%的減排需求（EMF，2019）。據國家發改委數據顯示，2019年，通過回收利用可再生材料，全國累計二氧化碳減排量達到11億噸。2020年，中國通過發展循環經濟，共計減少二氧化碳排放約26億噸。通過源頭控制、延長產品周期和對原生資源的再利用，甚至是在再利用的環節應用碳移除和碳封存技術，可以降低產品全價值鏈可能的排放，使循環經濟更具綠色價值。

## 零碳循環與零碳價值鏈

零碳循環概念的形成與碳中和目標息息相關。根據IPCC對碳中和的定義，碳中和指在特定時間段內，人為排放的淨二氧化碳排放量與移除量達到平衡（IPCC，2019）。在2020年9月中國提出碳中和目標後，基於中國國情和需求，進一步豐富了碳中和目標的內涵。根據國家應對氣候變化戰略研究和國際合作中心（NCSC）的定義，碳中和指某個地區在一定時間內人為活動和間接排放產生的二氧化碳，與其通過植樹造林等活動吸收的二氧化碳相互抵消，從而實現二氧化碳的淨零排放。因此，碳中和的定義中隱含兩大要素：

1. 採取強有力的減緩措施，盡最大努力將排放水平降到最低值；
2. 對實在無法用減緩措施減少的排放，則利用移除或封存技術將這部分排放抵消，最終實現排放量的動態清零。

對零碳循環來說，零碳循環是助力碳中和目標實現、依托於產業互聯平台的循環新模式。首先，零碳循環模式的目的是支持碳中和目標的實現，具有很強的綠色低碳屬性；其次，零碳循環超脫於傳統的循環經濟，必須依托於數碼技術和產業互聯網，以實現產業鏈上下游協同行動，全方位推動碳中和目標的實現；最後，



零碳循環實現減排的主要方式是促進資源循環，通過與產業互聯技術的嵌套，能夠實現產業鏈上下游不同環節的資源循環利用，從而減少排放。在具體的實踐中，零碳循環的第一步是利用數碼技術和產業互聯的理念，搭建起貫通產品整個產業鏈的互聯平台，實現從用戶需求、設計、交易、運輸、使用、回收到再利用各個環節的聯通，精準對接平台資源，嚴格把控不同環節的碳排放，大幅提高資源利用效率，以系統思維和價值鏈把控落實產品全流程的減排。在挖掘所有減排潛力之後，對於產品必然的損耗和剩餘的排放，則配合負排放技術進行移除或購買碳匯達致抵消，最終實現整條價值鏈的淨零排放。

以物流行業為例，後疫情時代，作為產業鏈的骨幹，零碳循環在物流領域的實踐和應用具有聯通產業鏈上下游，推動產業鏈向循環、低碳生態方向發展的重要作用。2020年，中國快遞業務量突破800億件，社會物流總費用14.9萬億元（人民幣，下同）。2021年社會物流總費用16.7萬億元，同比增長12.5%，社會物流總費用與GDP的比率為14.6%（中國物流信息中心，2022）。從物流與倉儲業的產業鏈來看，其上游產業主要是提供物流基礎設施和設備的行

業，包括道路基礎設施建設行業、倉儲地產業、以及物流設備製造業；中游包括提供運輸、倉儲以及物流管理服務的物流企業，下游主要是對倉儲、運輸等服務有需求的行業或個人（如下圖所示）。這條產業鏈上的某些行業仍然屬「兩高」企業，自身的減排壓力較大，更需要創新模式的支持。零碳循環通過優化物流產業鏈的生產流程和資源配置，以線上模式推動線下實體要素變革，能線實現源頭減量和末端控制並舉。因此，搭建以物流系統為基點的零碳循環體系，可以基於已有的相對成熟的互聯平台，實現對碳排放的精準管理和減量，將成為碳中和圖景下的有益探索，助力氣候目標的實現。

## 實現環境、社會與經濟 可持續發展的組合拳

受其高度互聯的屬性決定，零碳循環的理念可以向不同的垂直部門延伸，串聯起零碳能源、

零碳交通、零碳建築、零碳生產、零碳消費、甚至自然系統與土地利用等多個領域。一方面，由於零碳循環的平台能夠將生產商與消費者的低碳需求對接，使產品的設計、生產、包裝、運輸等環節的碳足跡更加清晰透明，便利生產商與消費者的雙向選擇，從而倒逼產品和企業的轉型升級。另一方面，通過對可循環材料的動態監控和適用性評估，零碳循環可以高效撮合資源供需雙方以及資源的流轉，提高資源循環利用的效率，盡量避免因流程導致的資源浪費。利用循環經濟中的「資源化」原則，實現減碳的目的。最後，為抵消零碳循環自身無法減緩的排放，還有一部分資金將投向自然與生態保護等能夠鞏固和提升碳匯的領域，促進國家生態文明建設的進程。因此，「以零碳為引領，以循環利用為手段打通上下游、補齊延伸產業鏈監管，可以推動零碳產業體系的重塑和完整化」。零碳循環模式是碳中和背景下社會效益和經濟效益的雙向奔赴，其模式本身也是實現環境和社會、經濟可持續發展的組合拳。■

### 物流產業鏈簡圖

