

淺談農業製冷設備

作物環境科 助理研究員 周浩源 分機 345

農業製冷設備在現代農業中扮演著至關重要的角色，特別是在確保農產品的品質和延長儲存壽命方面發揮了關鍵作用。隨著農業生產技術的不斷發展，製冷設備的應用越來越廣泛，這不僅提高了農產品的附加價值，還使農業產業鏈得以延伸。

一、農業製冷設備概述

農業製冷設備主要用於農產品的冷藏、冷凍、保鮮以及冷鏈運輸，從而確保農產品從田間到消費者手中這一過程中，能夠保持最佳的新鮮度和質量。這類設備涵蓋了簡單的冷藏庫到複雜的冷鏈物流系統，具體分為以下幾種類型：

1. 冷藏庫

冷藏庫是最基本的農業製冷設備，用於儲存新鮮農產品。冷藏庫的溫度通常控制在 $0-10^{\circ}\text{C}$ 之間，主要用於保存蔬菜、水果、乳製品及花卉等易腐敗產品，不同農產品有不同的最適冷藏溫度，有時會超出上述 $0-10^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍，衛生福利部對生鮮蔬果建議儲運溫度中有針對不同農產品提出最佳冷藏溫溼度建議。冷藏庫可以有效延緩農產品的呼吸作用，減少水分流失和微生物的繁殖，從而延長其保質期。

2. 冷凍庫

冷凍庫的溫度通常在 -18°C 以下，用於儲存冷凍食品如肉類、海鮮、冷凍蔬果等。冷凍庫通過低溫環境抑制酵素活性和微生物的生長，使食品長時間保持食品品質，冷凍儲存是延長農產品保存期的重要

方法。

3. 冷鏈物流設備

冷鏈物流設備包括冷藏車、冷藏集裝箱和移動冷藏庫等，用於農產品運輸過程中保持低溫環境。這些設備目的是確保農產品從生產地到消費市場的整個過程中溫度可保持在適當範圍，避免因溫度波動導致的品質下降。冷鏈技術的應用，延長農產品保鮮期，使得新鮮農產品可以在更廣泛的地區內進行銷售。

4. 預冷設備

預冷設備是農產品在進入冷藏庫之前進行快速降溫的設備。預冷的目的是儘快將收穫後的農產品溫度降低到合適的範圍，以減少田間熱對品質的影響。預冷方法包括冰塊冷卻、室冷、壓差預冷(強制通風冷卻)、真空預冷和水冷等。預冷技術特別重要，它能顯著提高後續儲存和運輸的效果，降低損耗。

二、農業製冷設備的功能與技術

農業製冷設備的核心功能是通過控制溫度、濕度等環境參數，來抑制農產品的生理變化，減少損耗，延長保鮮時間。這些設備通常涉及以下幾項關鍵技術：

1. 溫度控制

溫度控制是製冷設備最基本的功能，通過制冷系統將庫內或運輸設備內的溫度降低到指定範圍，從而抑制農產品的生理活動。低溫環境可以減少農產品的呼吸作用、酵素反應和微生物繁殖，從而保持其

新鮮度。

2.濕度控制

濕度控制對於水分含量敏感的農產品尤為重要。葉類蔬菜在低濕度環境下會迅速失水萎縮，而在高濕度環境下則易受霉菌侵襲。製冷設備常配備加濕或除濕功能，以保持適當的相對濕度，從而延長農產品的保鮮期。

3.冷鏈監控技術

冷鏈物流設備配置監控系統，監控溫度、濕度和其他重要參數，並通過數據記錄和傳輸系統遠程管理。冷鏈監控技術使農產品在運輸過程中能夠保持穩定的低溫環境，及時發現並解決可能出現的問題，提高冷鏈運輸的可靠性。

4.節能技術

農業製冷設備運行需要大量能源，使節能技術在設計中變得重要。現代製冷設備通常使用高效壓縮機、優化管道設計和隔熱材料來減少能耗。新型節能技術亦有將冷能以化學能方式儲存，提升隔熱材料效果以及搭配太陽能等可再生能源的應用。

5.計算流體力學(Computational Fluid Dynamics, CFD)

CFD是溫度控制技術中最核心的部分，由於溫度量測在任何空間內都會因為流場變化而產生溫度差異，故需利用數學模型建構冷藏庫等設備內部溫度及流場等參數分布，再由監控技術監控某些關鍵溫度位置，進而達到最佳溫度控制。

三、農業製冷設備的應用場景

1.蔬果儲存與保鮮

新鮮蔬果在收穫後非常易腐，適宜的製冷設備能有效延長保質期。對於蔬菜來說，冷藏庫和濕度控制設備的結合是常見的解決方案。

2.肉類和海鮮的冷凍保存

肉類和海鮮產品對儲存環境要求極高，低溫冷凍庫是必備設備。冷凍庫能將產品迅速凍結，並在長期儲存中保持其質量。為防止產品在解凍過程中水分流失，快速冷凍技術也得到了廣泛應用。

3.乳製品和蛋類的冷藏

乳製品和蛋類儲存對溫度的要求較嚴格，冷藏庫是其主要儲存設備。這類產品在儲存過程中需要穩定的低溫環境，避免溫度波動引起的質量下降。

4.花卉和苗木的儲存與運輸

花卉和苗木的儲運需要環境控制以控制溫度和濕度，防止植物失水萎縮或受熱枯萎。在運輸過程中，冷藏車輛和移動冷藏庫的應用，保證花卉和苗木的新鮮度，從而提升商品價值。

四、結語

隨著農業現代化的推進，農業製冷設備的重要性日益增加。這些設備不僅能提升農產品的儲存與運輸效率，還可延長其市場供應期，增加農民和商家的收入。同時，隨著技術的不斷進步，未來的農業製冷設備將更加節能、高效和智能化，為農業發展提供更有力的支持。