

農業資源的系統耦合利用

朱鶴健

福建師範大學自然資源研究中心

摘 要

本文研究了農業耦合系統，以達到提高農業資源利用率的目的。基於對農業資源特性的分析，肯定了農業資源開發進行系統耦合的必要性。重點論述了農業系統的涵義，將其分為六個生產層，表述了每個生產層的特點，這為農業耦合系統提供某些理論基礎。設計了農業耦合系統的結構要素，通過各結構要素在時序性、空間格局和生態過程上的相互聯繫和相互作用，將其各系統結構要素有機地組合成為一個優勢互補的農業耦合系統。這個設計在馬坪鎮實施，取得顯著的耦合效應。由此，討論了在農業資源開發中如何發揮耦合效應的問題。

一、基本思路

(一) 農業是依賴區域農業資源很強的產業——提高農業資源利用率的重要性

(二) PSR 概念模型：壓力 (Pressure)——狀態 (State)——回應 (Response)
應用在農業資源開發利用

(三) 系統方法——系統分析、系統綜合

二、耦合系統相關概念

(一) 耦合 (Coupling)

指兩個以上系統要素之間，通過自由能的流動而形成的緊密依存，相互促進，相互演變的關係，最後構成高一級的新系統。

(二) 耦合鍵 (Coupling bond)

耦合系統中兩個或者多個子系統之間強烈相互吸引的作用。可以分為生態耦合鍵，空間耦合鍵，時間耦合鍵，社會經濟耦合鍵。

(三) 耦合度 (Ω_{AB}^m): 衡量耦合系統中各子系統之間的耦合程度

子系統 A 與子系統 B 之間的耦合程度用 Ω_{AB}^m 表示，耦合度為 1 表示子系統緊密依存，耦合度為 0 表示子系統之間沒有發生耦合。

$$\Omega_{AB}^m = \left(\frac{F_{AB}}{E_{AB}} + \frac{F_{BA}}{E_{BA}} \right) / m$$

式中各字母代表含義為：

FAB ——子系統 A 提供子系統 B 的自由能 (焦耳) 數量

FBA ——子系統 B 提供子系統 A 的自由能 (焦耳) 數量

EAB ——耦合系統中自由能 FAB 同質能的總量 (焦耳)

EBA ——耦合系統中自由能 FBA 同質能的總量 (焦耳)

(四) 親和勢 (A)

表徵兩個子系統之間能否進行耦合的狀態。當 $A > 0$ 表示兩個子系統之間可以發生耦合。

三、農業耦合系統

(一) 定義

在一定地域範圍內由環境與農業生物組成的，具有親和勢的兩個以上子系統，經耦合作用，形成特定結構、功能的新的良性迴圈農業系統。

(二) 農業資源耦合組件與特性

1、農業資源的系統性與層次性

2、農業資源的時序性和區域性

- 3、農業資源的多用性和再生性
- 4、農業資源的有限性與難以替代性
- 5、農業生產是自然再生產與經濟再生產的交織

四、農業耦合系統的結構要素

(一) 農業系統的生產層 (表 1)

表 1 農業系統的生產層

生產層	生產內容	子系統
前生物生產層	療養、狩獵、野生生物觀賞等風景旅遊開發等	風景生態旅遊服務業子系統等
生物生產層	植物生產層	木材、糧食、水果、牧草、花卉等
	動物生產層	肉、奶、蛋、魚等
	微生物生產層	蘑菇等部分菌類
後生物生產層	農產品加工層	各種植物、動物、微生物產品的加工
	農產品服務層	農業旅遊、各種農產品和農資的流通

(二) 農業耦合系統建設的指導思想

在農業資源開發時，力求將農業系統中六個生產層次的多個子系統有機地耦合在一起，實現三個“協調”：

- 1、建立植物生產、動物生產、微生物生產與資源 環境要素（土壤、水分和熱量等要素）相協調的生物（植物、動物和微生物）生產過程；
- 2、建立環境、生物生產與農產品加工相協調的農產品加工過程；
- 3、建立環境、生物生產、農產品加工與消費相協調的涉農服務業體系。

五、實證研究——馬坪鎮農業耦合系統

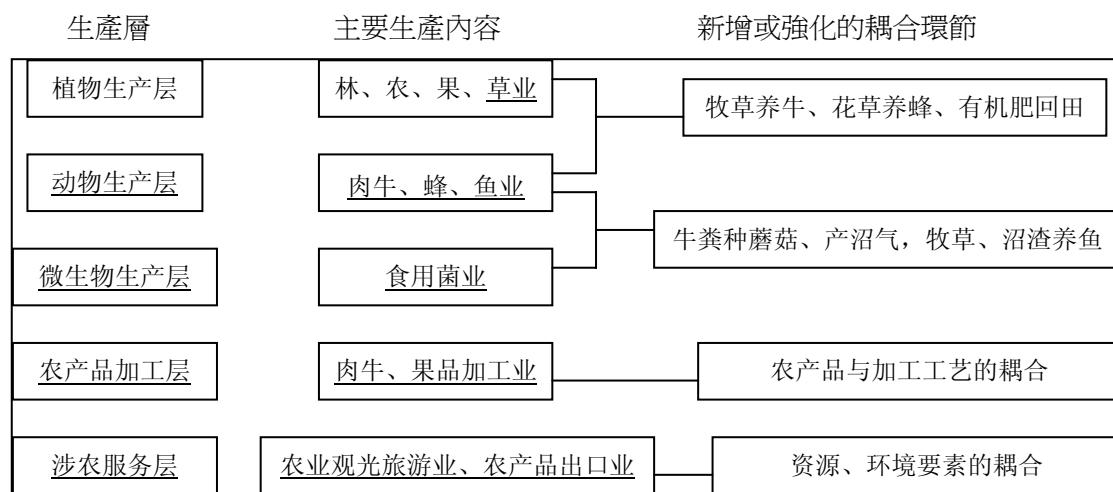
(一) 馬坪鎮農業生產系統分析

根據農業耦合系統建設的指導思想，我們於 2000 年選擇傳統種植業（植物

生產層)發達,但節糧型畜牧業、農產品加工業和涉農服務業(動物生產層、微生物生產層、農產品加工層和涉農服務層)薄弱的閩東南沿海僑鄉——馬坪鎮作為試驗區,設計建立馬坪鎮鎮域農業耦合系統。該鎮的鎮情在我國東南地區有一定意義。

(二) 馬坪鎮農業耦合系統的建設

馬坪鎮鎮域農業耦合系統的建設目標是根據農業耦合系統的原理,發展和壯大原有農業系統的薄弱環節(動物生產層、微生物生產層和後生物生產層),以區域植物生產的數量和物質轉化的比例來配備相應規模的動物生產和微生物生產,發展農、林、果、草、牧、菌、沼、漁複合經營,形成多時序結構的開發模式。並加強空間耦合,建立空中—高丘—低丘—平地—水面—水下的資源開發的優化空間格局,如圖 1、圖 2。



注：帶下劃線的為新增或強化發展的系統要素

圖 1 馬坪鎮農業耦合系統結構要素圖

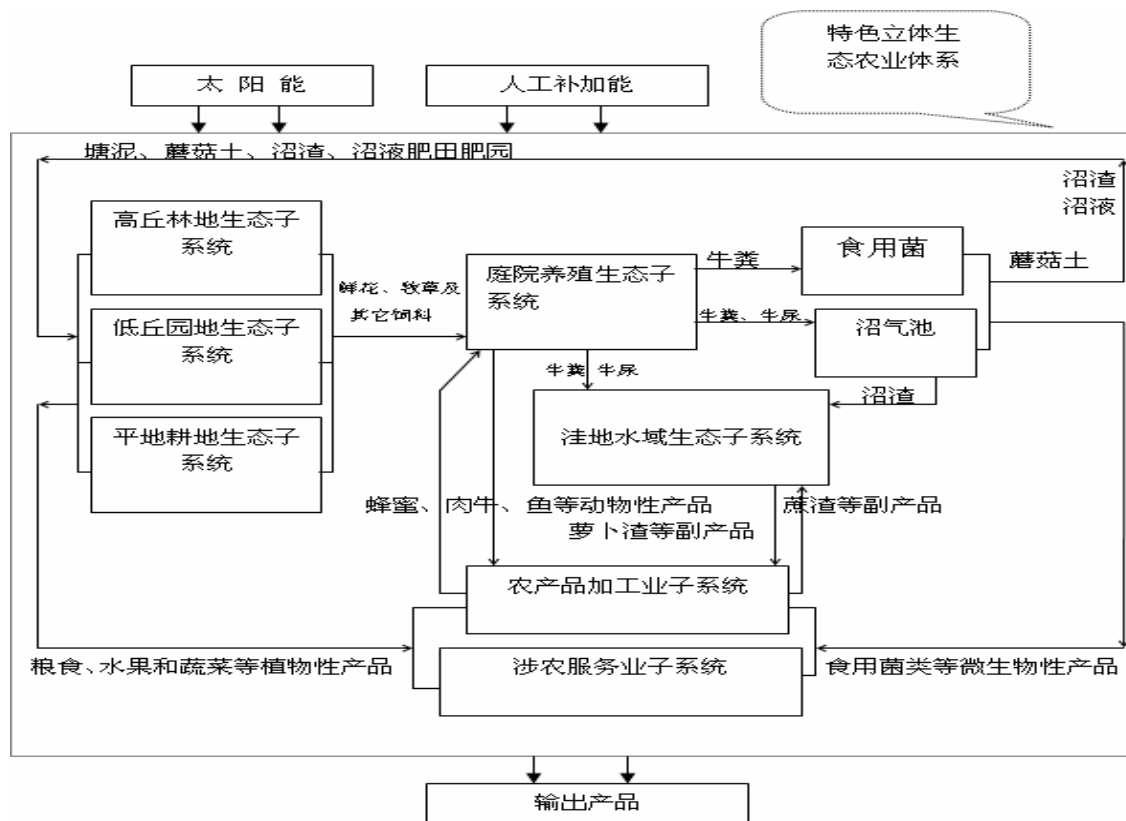


圖 2 馬坪鎮農業耦合系統的框架圖

(三) 農業耦合系統的效應

1、時序耦合效應

建立多時序高效搭配的時間結構來指導農業資源綜合開發。實際生產中統計資料表明：單位面積的土地發展農林牧菌漁（未計農產品加工業和涉農服務業收入）複合經營的總收入要比僅獲取植物性產品的純種植業的收入高出 8 倍多。

2、空間耦合效應

將其農業資源開發從有限的平面向立體空間拓展，並將各區域生產單元有機地耦合在一起，形成了從空中→陸地→水面→水下的集約型多維立體資源開發格局。在空間格局上表現為空、陸、水立體三個空間層次，而後二個空間層次又複合小立體空間層次。

試驗和調查表明，進行系統耦合後，每 0.66hm² 的土地可以多安排 2~3 個

農村勞動力，有效的降低了農村閒置（特別是隱蔽性剩餘）勞力的數量和比例。

3、生態耦合效應

豐富了原有較簡單的農業生態系統結構，增加了許多生態環節，如飼料喂畜禽，牛糞種蘑菇，花草養蜂，沼渣養魚，有機物肥田肥園等，形成了物質多級迴圈和能量多級流動的農業耦合系統，取得明顯的生態耦合效應。生態果園與傳統清耕果園對比實驗表明：0~20cm 土壤層的有機質、全氮、全磷含量提高了。同期降雨（測驗期間三次降雨的平均雨量為 41mm）的徑流量和泥沙流失量分別僅相當於傳統清耕果園的 70.1%和 37.4%。

六、討論

（一）物質多級迴圈和能量多級流動，是加強農業耦合系統建設的關鍵。

（二）應從生物—環境—社會經濟相結合角度出發，充分發揮農業耦合系統的耦合效應。

（三）加強農業耦合系統建設，是由傳統農業走向現代農業的必由之路。

（四）建議把農業系統耦合作為當前農業科技創新的戰略需求。

參考文獻

[1]郭增建, 秦保燕, 郭安寧, 1996. 地氣耦合與天災預測[M], 北京: 地震出版社, 1~3

[2]任繼周, 朱興運, 1995. 中國河西走廊草地農業的基本格局和它的系統相悖[J], 草業學報, 4(1):69~80.

[3]王甯, 李克昌, 黃兆鴻, 等, 2000. 寧夏大農業內部系統耦合初探——III 兩個市場的啓示[J], 草業科學, 17(5):.37~40

[4]梁衛理. 農業生產效益發展層次論[M], 北京: 中國農業出版社, 1998,4~12.

- [5]任繼周，賀達漢，王寧，等，1995. 荒漠——綠洲草地農業系統的耦合與模型
[J]，草業學報，4(2):11～19.
- [6]朱鶴健，程炯，2002. 閩東南特色農業生態模式研究[J]，自然資源學報，
17(3):313～318.
- [7]R. G. Woodmansee, 1984. Comparative nutrient cycles of natural and agricultural
ecosystems: A step toward principles[A]. In: Agricultural ecosystem. Unifying
concepts. New York: John Willey and Sons,145～156.
- [8]蔣長瑜，鄭馳,1997. 美國農業空間結構研究[M]，上海：華東師範大學出版社，
26～95