

資源稟賦與技術變遷： 關於中國大陸農業機械化運動的研究

林毅夫* 沈明高**

壹、前言

十八世紀下半葉以來，現代科學的發展使得傳統農業向現代化農業的轉變成為可能，而技術是促成這種轉變的關鍵。在傳統農業社會，技術進步是通過農民祖祖輩輩長期經驗性的試錯和改錯來實現的，這種經驗性的試錯和改錯需要一個相當長時間的反復過程，因而從中短期來看，傳統農業技術處於停滯甚至保持不變的狀態，並且由於不可知和不確定的因素太多，難以對某一特定的問題進行系統的專門研究，因而技術創新具有很大的隨機性，與這種技術相適應的傳統農業的增長十分緩慢。現代科學增強了人們認識自然和解除自然約束的能力，人們有能力針對農業發展中的制約性問題展開研究，借助現代科學知識和現代研究手段，找出能夠解決制約性問題的技術。對技術的研究成為人們一項有意識的活動，這不僅拓寬了技術可能發生的範圍，同時也大大縮短了技術創新的周期，從而打破了傳統農業社會技術緩慢發展的局面。在現代農業社會，技術進步是解除既有的資源約束從而支持農業增長的一個主要手段。因此技術發展也愈來愈為各方面所關注，在中國大陸，“科技興農”已經是大家的共識。

然而，在一定的經濟發展階段，資源是有限的，可於研究和推廣農業技術的資源分配也是有限的，為了使得用於研究和推廣農業技術的有限資源的使用能最大限度地支持農業增長乃至整個國民經濟的發展，在進行資源分配時必須首先考慮所研究和推廣的技術的適宜性。從經濟發展總目標來看，不同的農業技術一

* 北京大學經濟系副教授、美國加州大學洛杉磯分校客座副教授，澳大利亞國立大學兼職教授。

** 北京大學經濟系助理研究

一勞動力替代型技術和土地替代型技術因其對既有資源的吸納和利用能力不同而對農業增長的貢獻是不同的，這與一定經濟中的資源結構（最基本的是勞動力與土地資源稟賦）緊密相關（註1）。因此，如何將有限的資源分配於研究和推廣什麼樣的技術才能使經濟發展最快是一個頗具現實意義的研究課題。政府在這方面所能發揮的作用是至關重要的，在強有力的中央計劃的社會主義國家經濟中尤其如此。如果一個政府能夠適應經濟發展的需要去安排研究和推廣那些能夠消除或減弱資源瓶頸約束的技術，則技術進步對經濟發展的作用將會最大，相應的技術進步也會比較快；如果政府制定的技術政策與客觀需求相悖，那麼，儘管付出了高昂的代價，其結果也難如所願。

1949年以來中國大陸四十年的農業技術發展，大致可以劃分為三個時期：（一）五十年代傳統農業技術的恢復和發展時期：整個五十年代通過政府的積極參與和對個體農民的逐步組織，對中國具有悠久歷史的傳統農業技術進行了大規模的挖掘、篩選和推廣，使得遭受長期戰爭破壞的傳統農業技術得到了恢復，其“精細程度”達到了極點。在這個時期，現代技術雖有引入，但因份額較小，所起的作用有限。（二）六、七十年代以政府偏好為主導的現代農業技術發展時期：五十年代末，“一大二公”的人民公社體制已經基本在全國確立，與此同時，現代農業技術創新初具規模，為在全國範圍內推廣和採用現代技術創造了條件。中央集權制度與技術創新的結合，是當時農業發展的主線，然而技術變遷完全被置于政府的控制之中，一系列嚴密的計劃管理體制保證了農業技術變遷中政府的主體地位。在這一時期，實現農業機械化始終是政府不遺餘力為之奮鬥的目標。直到七十年代末農村改革以後，政府的主導作用才失去了制度基礎。（三）七十年代末以後以農民偏好為主導的現代農業技術發展時期：農村改革以後，實行了以家庭經營為主體的農業制度，經濟利益激勵政策取代了政府的行政干預措施，技術的發展主要取決於農民根據利益準則所作出的選擇，機械化的熱度下降，農民對良種、化肥、塑料薄膜覆蓋等技術的需求劇增，農業技術變遷進入一個新的、快速發展時期。在這三個時期中，其中第二個時期農業技術的發展受政府的干預最為直接，這一時期的技術發展主題是實現農業機械化，政府為之也投入了相對多的資源，然而結果卻還非如所願。本文旨在從經濟學的角度探討全民動員的農業機械化運動失敗的原因，並根據中國的資源稟賦，討論其對農業技術變遷方向的影響。

貳、農業機械化的起源和準備

在1949年以後的二、三十年裏，中國大陸的經濟發展目標一直是趕超西方發達國家。當時的政府領導人認識到要將中國大陸建設成爲強大的國家，只有社會主義制度的保證是遠遠不夠的，必須有強有力的技術手段的支持。因此，在五十年代末率先完成了人民公社化的農業制度改革，將分散的小農組織成爲可以整體運作的大集體，認爲以此將可以極大地降低政府爲組織農業生產、實現農業快速增長的交易成本，從而奠定不斷增加農業產出以支援工業化的制度和經濟基礎。農業制度準備就緒以後，低效率的傳統農業技術被認爲是制約農業快速發展的一個主要因素，農業機械化則成爲克服這一障礙的關鍵。有關這方面的思想，毛澤東在五十年代初就已經有了十分清楚的表述，即“中國大陸只有在經濟制度方面徹底地完成社會主義改造，又在技術方面，在一切能夠使用機器操作的部門和地方，通通使用機器操作，才能使社會經濟面貌全部改觀”（註2）。因此，在農業制度改革完成和經過近十年經濟建設的物質準備以後，以農業機械化爲中心的技術改造運動全面展開了。

農業機械化運動在中國大陸的發源最早要追溯到五十年代。早在1954年，中國大陸共產黨就提出了農業機械化的設想。當時的設想是，先合作化後機械化，因爲機械化畢竟需要一定的物質準備。關於機械化的設想也是分兩步走：第一步，在合作化的基礎上大力推廣雙輪雙鉞犁和其他大型鐵制農具，以爲農業機械化作準備；第二步，在條件具備後再實現大規模機械化（註3）。根據這一設想，到五十年代中期建成了第一批六個農機（化）研究所，即中國農業科學院農機化所、中國農業科學院南京農機化所、一機部農機所、拖拉機所和廣西、江西兩個省級所。各地方還建立了農機試驗鑒定站（組）69個（註4）與此同時，進行了大規模的農具改革，在全國範圍推廣雙輪雙鉞犁等大型農具，並開始著手農業機械化的試點工作。最早的農業機械化試驗點建立于1953年，當時在東北、華北地區首先建占了11個農業機器拖拉機站，引進國外農業機器進行試驗，並結合中國大陸的一些特殊情況進行選型和改進設計，同時也通過國營農場進行示範，主要推廣農田耕作機械。按照“重點試辦，逐年發展”的方針，到1958年類似的農業機器拖拉機站已遍及除西藏以外的全國各個地區，機器作業的項目也由原來的耕、耙擴大到中耕、收割、脫粒和植保等作業。然而，由于拖拉機站是國營單位，它與農業生產單位分屬兩個部門，在實際運作中產生了不少矛盾，再加上國家無力投資建立更多的拖拉機站，1958年人民公社化後，原來的拖拉機站陸續把拖拉

機等農業機器下放，交由人民公社、生產大隊或生產隊直接經營和管理，1958年全國農業機械的擁有量見表一。從平均數來看，當時全國的農業機械擁有量是微不足道的。從主要農機作業項目機耕來看，當年的機耕面積只占耕地面積的4.4%，有不少作業項目仍是空白。所以，我們認為，五十年代基本上可以說是農業機械化的試點醞釀階段，在這一個時期的農業技術發展中，農業機械技術並不占重要位置。

表1 1958年全國農業機械擁有量

	全國 總量	其中：		每個人民公社 平均擁有量	平均每萬畝 耕地擁有量
		國營農場	人民公社		
農用拖拉機（混合台）	26396	7582	18814	0.80	0.16
聯合收割機（台）	3452	1863	1589	0.07	0.02
大型機引農具（部）	82000	16000	66000	2.79	0.51
排灌動力機械（馬力）	1640000	14000	1626000	68.81	10.23
農用載重汽車（輛）	4818	1944	2874	0.12	0.03

資料來源：農業部計劃司編，中國農村經濟統計大全（1949-1986），第303-313頁，北京：農業出版社，1989年。

參、中國大陸農業機械化的發展與實績

到1959年，情形發生了變化。在大躍進的熱潮下，第一次具體提出了實現農業機械化的時間表。1959年中國共產黨中央和毛澤東提出爭取在十年左右的時間裏，在中國大陸基本上實現農業機械化。其依據是：“一大二公”的人民公社的建立，打破了農業合作社規模狹小的限制（這裏已經突破了1954年提出的在合作化的基礎上實現機械化的設想），為實現農業機械化創造了極為有利的條件，農業制度準備就緒；已有的一系列農田基本建設和農業技術改革，如興修水利、改良土壤、改進耕作技術，推廣優良品種和新式農具等，以及既有的一系列機械化試點，已經在生產條件和群眾條件方面為實現農業機械化打下了必要的基礎；工業生產的大躍進，使鋼產量在1959年達到了1300萬噸以上，因而可能在1960年撥出比第一個五年計劃間用於農業方面的鋼材總和還要多的鋼材來裝備農業，同時石油產量也有了保證，因而在農業機器運轉所需的原材料方面作好了準備。據于這些理由，具體提出了“四年以內小解決，七年以內中解決，十年以內大解決”

的計劃(註5)。為加強這一工作，還專門成立了農業機械部。在技術推廣方面，1960年國家投資1000多萬元，在全國27個省、自治區建立了110個試點。(註6)。由於隨之而來的農業危機，上述計劃被迫修正。在這一期間唯一做的一件事是推廣水稻插秧機。從1956年中國大陸出現第一台水稻插秧機模型，到1960年全國共開了七次插秧機評比會。為配合10年實現農業機械化的設想，在插秧機還沒有完全研制成功的1960年，即確定七種插秧機定型、製造和推廣。為此，農業部還專門發了“關於放手推廣水稻插秧機的通知”，計劃當年在全國推廣機械化、半機械化的簡易插秧機450萬部，要求1960年全國70%的水稻面積(共約35億畝)實行機械和半機械化插秧，然而實際運行結果遠沒有達到這一指標(註7)。

1963年開始進行以“調整、鞏固、充實、提高”為主要內容的經濟調整，同時對實現農業機械化的時間也進行了調整。1963年4月6日《人民日報》社論說，黨和政府已經規定在20—25年的時間內基本實現農業技術改革，也即所謂實現農業機械化、電器化、水利化和化學化，其中最主要是實現農業機械化。機械化的速度因此放慢了10—15年。接著提出了由半機械化到機械化的所謂由低級到高級的農業機械化策略，要求把機械化同半機械化的改良農具結合起來。儘管如此，關於實現農業機械化的理論和指導思想沒有絲毫改變。到1966年7—8月份在武漢召開的農業機械化現場會議上，第二次具體提出了關於農業機械化的長遠計劃，將基本實現農業機械化的時間定在1980年。1971年8—9月在北京召開的全國農業機械化會議，更明確提出了實現機械化的具體指標，即要在1980年使中國大陸農林牧副漁的主要作業的機械化水平達到70%以上，相應地，要求在1980年全國大中型拖拉機擁有量達80萬台，排灌動力機械達6000萬馬力左右。以大中型拖拉機的擁有量計算，1970年實際擁有量為125498台，必須以每年20%的速度遞增，才能在1980年實現預定的指標。1970年的排灌動力機為1824.9萬馬力，為實現1980年6000萬馬力的指標，必須以每年12.6%的速度遞增。到1976年，國務院提出了《關於1980年基本上實現農業機械化的報告》，重申到1980年機械化水平達到70%左右。這樣，要求在剩下的四年裏，必須使大中型拖拉機增長66%。1978年1月，第三次全國農業機械化會議在北京召開，會議仍然堅持要求在1980年達到既定的機械化水平，除了原定的大中型拖拉機和排灌動力機械這兩個主要指標外，還特別規定了手扶拖拉機擁有量必須在1980年達到150萬台，比1977年增長36%(註8)。

由此可見，實現農業機械化是六、七十年代堅定不移的既定方針，被認為是農業技術發展的主要方向。國家和各級政府為此投入了大量的資源，而且每作一次長遠規劃、每開一次農業機械化會議、每提一次過高的要求，隨之國家的投入

就有較大幅的增加。僅國家在對重工業機械的投資和支援農業的財政資金中用于農業機械事業的資金兩項，從1952到1980年累計達 138.6億元，其逐年的數字隨國家政策的變化起伏，其中六十年代初、六十年代末七十年代初和七十年代後期出現了三個高潮，上述兩項之和的三個高峰年份是1960年（7.2 億元）、1970年（6.2億元）和1979年（11.9億元），這三年占了29年投入資金的近20%（註9）。經過了三次冷熱的反復，到1980年，從規定的農業機械的擁有量來看，基本上完成了計劃規定的基本實現農業機械化的指標，然而從主要作業的機械化水平來衡量，則相去甚遠，見表2。表中前三項即農業機械擁有量似乎已經接近基本實現農業機械化的要求，然而由于農業機械的實際運作水平低，農業機械的增長與機械化水平的提高極不相稱，如果剔除國營農場這一部分，農村實際的機械化水平更低了。僅就1969—1979年這十年來看，這期間全國大中型、小型拖拉機台數分別增長了4.9倍和37.8倍，馬力數分別增長了5倍和48倍，而機耕面積實際只增加了1.5倍；同期排灌動力機械的馬力數增長了3.5倍，而機灌的有效面積卻只增加了80%。由此說明，農業機械在中國大部分農村地區推廣和使用，遠沒有起到當初決策者預期的作用。農業機械化這一“強制性技術變遷”最終不能為大部分地區的農民所接受，除機耕的比率稍高一些以外，播種和收穫等主要作業依然由人力或畜力操作，而國家為此卻付出了高昂的代價。

表2 1980年實際機械化水平與原規劃1980年基本實現機械化的指標的比較

	基本機械化 指 標	實 際 完 成 量	實 際 完 成 %
大中型拖拉機（台）	793900	744865	93.8
手扶拖拉機（台）	1500000	1874000	124.9
排灌動力機械（萬馬力）	7926.1	7464.5	94.2
耕地面積中：機耕面積（%）	70	41.3	59.0
播種面積中：機灌面積（%）	70	25.4	36.3
機播面積（%）	70	10.3	14.7
機收面積（%）	70	3.0	4.3

資料來源：農業部計劃司編，中國農村經濟統計大全（1949—1986），第310—314頁、318頁，北京：農業出版社，1989年；中國農業年鑑—1981，第63頁，北京：農業出版社，1981年。

National Chung Hsing University

問題之一：在現在看來，全國實現農業機械化仍還是相當遙遠的事情，爲什麼六、七十年代一再強調要在短時期內全面實現機械化呢？

前文指出，中國關於農業機械化的理論和對這一理論的論證形成于五十年代，六、七十年代具體措施和說法上有些變化，理論和思想仍然因循了五十年代由毛澤東定下的基調。在那個時期關於農業機械化的理論和實踐受到了以下幾個方面的嚴重影響：

(1)蘇聯社會主義模式和其他發達國家農業現代化模式，尤其前者是中國大陸農業機械化思想的理論和經驗來源。首先，蘇聯模式是社會主義國家唯一可資借鏡的模式。從整個國民經濟發展戰略來看，蘇聯模式奉行的是重工業傾斜發展的戰略；就農業發展來說，集體化和機械化是蘇聯社會主義模式的兩個最基本的內容。建國初期，中國大陸基本上照搬了蘇聯模式，並且認爲這是社會主義的唯一模式，也是最先進的模式。這一模式在蘇聯的成功（當初是如此評價的），已經沒有理由對之存任何懷疑的態度。毛澤東在1955年所著的《關於農業合作化問題》中對中國大陸的經濟發展道路有了明確的表述，其中規定了中國大陸農業的發展道路，即“如果我們不能在大約三個五年計劃時期基本上解決農業合作化問題，即農業由使用畜力農具的小規模的經營躍進到使用機器的大規模經營，……，我們就不能解決年年增長的商品糧食和工業原料的需要，同現時主要農作物一般產量很低之間的矛盾，我們的社會主義工業化事業就會遇到極大的困難，我們就不能完成社會主義工業化”（註10）。在這裏，農業的發展道路是由工業化決定的，別無選擇；合作化主要是爲機械化作準備。于是，經過1956年的農業社會主義高潮（合作化運動）特別是1958年的人民公社化運動，率先完成了農業制度上的改造以後，接下去實現農業機械化似乎是順理成章的事情。其次，當時大部分發達國家的農業發展走的都是機械化道路，爲了顯示社會主義的無比優越性，必須首先要趕超這些資本主義國家，爲此也必須實現農業機械化。當然，作爲社會主義國家，中國大陸肯定要走蘇聯式的農業機械化道路。于是，1953年開始建立的農業拖拉機站完全是照搬蘇聯的模式。由于拖拉機站被看做是國家在農業中的支柱，因而它必須是強有力的。大規模的，只有這樣才能顯示出社會主義公有制的力量和優越性。儘管剛開始是試辦，由于農業拖拉機站是“社會主義性質的國家農企業，是工人階級在農村中領導農民前進的陣地”，其政治意義多于經濟意義，因此農業拖拉機站乃至農業機械化是“只能辦好，不能辦壞”（註11）。

(2)勞動力供求“緊張”。在正常的生產安排下，中國大陸的農業勞動力相對充裕，然而，由于五十年代後半期片面追求高產量、過度強調精耕細作和大量無效勞動的投入等原因，人為造成了勞動力供給緊張。所謂人為造成勞動力供給緊張，就是勞動力的使用超過了經濟合理的範圍。這種現象隨著合作化運動的升級而愈演愈烈，到五十年代後期人民公社化、大躍進、“大鍊鋼鐵”時期達到頂峰。農業機械化的“緊迫感”在這個時期形成，一些具體構想在這個時期逐漸確立，實踐過程也隨之加速。五十年代末，作為在十年內實現農業機械化的一個主要論據，曾經算了這麼一筆帳（註12）：當時全國有男女全半耕地 2.3億多個，折合全勞動力約2億個左右，全國共有耕地16億畝，平均每個勞動力負擔8畝，儘管從這個數字看，勞動力似乎夠用還有餘，然而下列額外的勞動力支出使得用于農業生產的勞動力顯得不足，其中包括：在農田基本建設方面，平整土地、改良土壤及常年的基本建設用工，就經常占用了農村勞動力的20%左右；林牧副各業占用了近 3000萬個勞動力；社辦工業占用了 500 多萬人；集體福利業占用了近 1500萬人。如此算來，擔負農業生產的勞動力實際只有50%多一點，平均每個勞動力負擔耕地約15畝左右。按每個勞動力每年 300個勞動日計算，每畝耕地只有 20個勞動日，若按播種面積計算，每畝只有15個勞動日，這是不能滿足耕作精細化的要求的。由此推出結論，中國大陸需要加速推行農業機械化以彌補勞動力的不足。另外有一個潛在的“緊迫感”是，當時認為，中國大陸將會迅速實現工業化，因此必須在農村準備大量的勞動力，以供工業化隨時所需。

(3)有些實例證明，農業機械化可能大幅度增產。從採用農業機器作業時起，就有一些的例子證明機耕可以增產。由于機耕耕得深、溝底平整、翻土好，從而作物的根系發達、分蘖多，而且雜草生長顯著減少。當時有些材料證明，機耕與畜耕相比可增產5-20%（註13）。同時，機械作業可以使農民從繁重的體力勞動中解脫出來，這一點對公有制下的農民頗具吸引力。

上述三個因素，決定了政府無論從政治和經濟的角度都必然看重農業機械化，除了在農機制造和農機推廣方面政府進行了大量的投資外，還充分運用政府可控制的農村集體組織，實施農業機械化方案。

問題之二：經過二十多年的實踐，農業機械的擁有量達到了原計劃指標，但主要作業的農業機械化水平卻遠落後于原計劃指標，為什麼會出現這樣的不對稱呢？是中國大陸農民素質太差，難以掌握這項新技術嗎？

從製造工藝的角度來看，技術有先進與落後之分，就經濟學的角度而言技術原無所謂先進與落後，而可以根據當地的資源狀況，區分為適宜技術和不宜技術。一個適宜技術，就是那種能與當地的資源狀況相適應，使已有資源使用效益較好的技術。不同地區的適宜技術因不同地區的資源狀況不同而異。要分析農業機械技術在中國大陸是否適宜，必須首先分析中國大陸的資源結構，最基本的是土地和勞動力的賦予狀況。

很明顯，中國大陸的資源結構不同于蘇聯。根據統計資料推算，1960年蘇聯每個農業勞動力占有耕地 100.8畝，隨著大量開荒，耕地的增加和農業勞動力的減少，到1980年這個數字增加到130.5畝。中國大陸1960年則為9.2畝，為蘇聯的9.1%，到1980年更減少為4.9畝，僅占同期蘇聯的3.8%，差異十分懸殊（註14）。因此，蘇聯是土地資源相對充裕的國家，中國大陸是勞動力資源相對充裕的國家。這就決定了兩國的技術變遷方向是不同的。在蘇聯，必須發展勞動力替代型技術以彌補勞動力的相對不足，因而農業機械化是符合由其資源稟賦決定的技術變遷原則的，美國等發達國家也是如此。根據中國大陸的資源狀況，其技術發展應該偏重于土地替代型技術，而農業機械技術是勞動力替代型技術。只有當經濟發展到一定的程度，勞動力大量轉移出農業以後，農業勞動力變得相對稀缺時，才可能大量發展勞動力替代型技術，即實現農業機械化。就經濟發展的經驗來看，這將需要相當長的時間。因此，在制定政策時，不能根據將來的資源狀況來制定近期的技術發展政策。照搬蘇聯模式，企圖在短期內使中國大陸實現農業機械化是捨近求遠的做法，必將事半功倍，欲速不達。

那麼，五十年代出現的勞動力供給緊張，是否表明中國大陸當時的資源賦予不同，發展勞動力替代型技術是當時資源狀況決定的一個合理要求呢？我們認為，五十年代中國大陸勞動力供給緊張的實質有二：一是由于勞動力的不合理使用所造成的人為緊張，農業系統內勞動力相對充裕的狀況沒有改變。二是由于耕作制度的變革等一系列合理的變動，確實存在著勞動力使用的季節性緊張，關於這一點我們再作一些進一步的分析。在華北平原地區，一熟改兩熟後，一年中約有60天左右勞動力使用很集中（從割麥到秋種約20天，秋收到種春約40天）；長江流域無霜期約為250天，適合水稻生長氣的天數還要少一些，單季稻改種雙季稻後，雙季稻的生長期一共大約需要210—220天，其間前後兩造交替（收、耕、耙、施肥和插種都在這幾天）是勞動力使用最集中的時期，多的地區有20天左右的时间，有的地區只有十幾天，少的地方只有幾天（註15）。1956年湖南省的一組典型調查數據表明，該地區全年勞動力使用中，勞動力使用總量還不到可使用量

的一半，但其中有三個季節是勞動力使用的高峰，這三個季節分別是：早稻育秧——插秧、早稻收割——晚稻插秧和晚稻收割三個時節，總共大約15有天時間（註16）。解決季節性勞動力緊張的途徑有兩個：一是根據當地的資源結構調整作物結構，即改進耕作制度，比如將雙季稻的比例控制在適當的範圍內或合理安排作物品種，調節勞動力使用的忙閒時間。二是調整技術結構。在傳統農業中引進現代技術時，是首先選擇土地替代型技術還是勞動力替代型技術，必須兼顧既提高土地生產率，又提高勞動生產率，從而使得農業增長較快，而成本又較低。在勞動力相對充裕的時候，必須選擇土地替代型技術才能滿足上述要求，其中包括改進已有的土地替代型技術，提高勞動力的使用效率，如施用肥效較高的肥料，可以大大節省因積、運、施大量有機肥所需的勞動力，這個問題隨著化肥的大量採用已逐步得到解決；改良作物品種，調整作物的生長期；還有興修水利保證土地的有效灌溉等。最後才是選擇在勞動力供給矛盾非常突出的關鍵季節和關鍵作業，用機械替代勞動力，如用拖拉機耕地等。

當然，上述情形是中國大陸的一般狀況。在中國大陸不同的地區，資源條件差異很大，尤其以南北的差異為最大。北方人少地多勞動力相對較少，南方則人多地少勞動力相對較多。由於北方人少地多，與土地邊際生產率相比，勞動的邊際生產率相對較高；南方人多地少，勞動的邊際生產率相對較低。而採用農業機械，實際上也就等于增加了勞動力，由於上述差異，採用同樣的機械所獲得的產出（或效益）增加與同樣採用土地替代型技術所獲得的產出（或效益）增加之間的相對效率是不同的。在北方，採用機械作業相對於採用土地替代型技術效率較高，而南方則較低。因此北方願意較多地採用農業機械，而南方則更願意採用良種等土地替代型技術。實際上，中國大陸東北地區農業機械化速度比全國要快得多，見表3。

表3 黑龍江省、全國機械化水平比較（1980年）

		黑龍江	全國	黑龍江/全國
耕地面積中：	機耕面積%	59.0	41.3	142.8
播種面積中：	機播面積%	46.4	10.3	450.5
	機收面積%	24.7	3.0	823.3

資料來源：黑龍江省統計局編，黑龍江統計年鑒—1989，第203頁，北京：中國統計出版社，1989；中國農業統計年鑒—1981，第63頁，北京：農業出版社，1981年。

進一步分析，我們發現，機械化能否增產，也不能一概而論，同樣的機器替代畜力與人力，其效果就不同；替代關鍵作業與替代非關鍵作業，其增產效果也不一樣。在採用機械作業以前，南、北農業生產中的動力來源是不同的，在北方，由于人少地多，農業生產中畜力採用較多，畜力參予作業的範圍也很廣，包括耕地、播種、施肥和運輸等，整個作業相對粗放；而在南方，農業生產主要由人力操作，畜力輔助作業所占比重很小，最多也只是拉犁耕地而已，人力作業的質量比畜力作業要精細得多。因此，引進機械作業後，機械所替代的動力是不同的，在北方，首先替代的是畜力，如果我們假定農業以外勞動力的就業機會相等，那麼其增產來源有三：(1)機械作業質量好于畜力作業質量，如機耕深、機播較為均勻，由于作業質量的提高可以增加作物產出；(2)機械作業速度快，可以搶農時，適時播種可以增產；(3)機械作業替代畜力的同時也可替代勞動力，如原來 100 畝地需要 3 頭役畜作業，需 3 個勞動力操縱，同時還須負擔全年的飼養，採用機械作業後，一台拖拉機就可以完成，可能只需要一個或兩個勞動力就可以了，替代後的勞動力就可以進一步精耕細作。由于北方原屬粗放經營，精耕細作的邊際效益比較高。這樣，在北方人少地區，機械化的結果不僅可以提高勞動生產率，同時也可以提高土地生產率。而在南方，機械替代的主要是勞動力，因此，機械替代後的增產途徑可能就只有一個，即搶農時可以增產。但同時有一個可能減產的因素，即機械作業的質量可能沒有人力作業的質量好；另外還有一個可能減收的因素是，由于南方的農業規模相對較小，機械作業的規模效益難以發揮，機械使用效率低，成本高。從總體上看，南方實行機械化，對提高勞動生產率和土地生產率的作用都不大。

根據以上的分析，我們認為，在中國大陸大部分地區，農業機械化超越了資源狀況所決定的技術發展階段，只有政府強制推行才能大面積推廣。這種強制性推廣唯一可能成功的條件是，在實行農業機械化的同時能夠創造出較多的就業機會吸納被機器替代的勞動力，並能創造出比替代前更多的社會財富。當時關於實行農業機械化的推理邏輯與此有些相似，但不同的是這種推理是以假設條件甚至有些根本不可能實現的假設條件為前提的。當時的邏輯是，實現農業機械化可以大大提高農業勞動生產率，從而可以節約大量的勞動力向生產的深度和廣度推進，這樣就能夠促進農業生產的發展，為社會提供多種多樣豐富的農產品；在農業生產率大大提高和農產品總量有很大增加的基礎上，所節約的農業勞動力就能脫離原來的生產單位，成為城市人口，特別是工業勞動力的後補力量，促進工業化和國民經濟的發展（註17）。不幸的是，由于可利用的技術手段有限，農業內部進一步追加勞動力投入的精耕細作的邊際生產率很低，機器替代並沒有使多餘的

勞動力發揮更大的作用，因而農業生產沒有象預料的那樣迅速發展。同時，工業化的速度遠遠低於人們原先的預期，除“大煉鋼鐵”這樣的無效勞動尚能“消耗”一些勞動力以外，工業真正能夠吸收的農業勞動力極少。這就意味著，必須由農業自身養活被機器替代的勞動力，以準備在需要時為工業化所用。這樣，機器的作用就無從體現，隨著工業化進程的延長，被替代的勞動力以更廉價的方式又重新替代機器，機械化由此失去後勁。

儘管農業機械化不符合中國大陸農業的資源狀況，農業機械化仍然在中國大陸維持了二十多個年頭，這除了政府的偏好和投資支持外，還有賴于由上而下的農業制度的強制推行和政治保障。在人民公社這種體制下，各級集體組織的負責人只對上級政府負責，其升降、獎懲皆取決于其對上級政策的執行完成情況。農業機械化的推行同樣也含有重要的政治成份。在六十年代關於農業技術改革也存有爭論，一種觀點認為，技術改革的中心和重點是實現機械化（有的還加上電氣化）（註18）；另一種相對立的觀點則強調技術改革的中心應該是水利化和化學化，認為就農業增長來說，水利化和化學化比機械化更為有利（註19）；此外，還有既強調前者又強調後者的所謂全面發展的觀點（註20）。當時也有人提出，在工業基礎較好、土地較多，而勞動力較少的地區，先發展機械化；而在一些土地較少、勞動力較多、肥源充足的地方應首先發展水利化和化學化（註21）。這種觀點比較符合本文的分析框架，遺憾的是在當時並沒有引起重視。在當時的社會環境下，統一上述分歧的最有效的手段是政治，更何況實現機械化主要也是出于政治的考慮。“如果不考慮黨所提出來的政治經濟任務，也不考慮其他方面的情況和因素，簡單地以每元投資增產多少糧食和其他農產品來確定農業改革的重點，也是不科學和不妥當的”（註22）；因為只有實現機械化，才能最終鞏固集體經濟，消除一家一戶的小農經濟得以存在的物質基礎和杜絕農民走單幹道路的可能性。唯有經過了二十餘年的農業機械化運動，付出了不小的代價，才使人們們認識到，在目前，儘管在一些地區或某些作業項目可能實現機械化，一些機械化的試點也可能成功，但全國性全面農業機械化還在很遠的將來。七十年代末、八十年代初，農村改革改變了農業機械化賴以推動的制度基礎和指導思想，轟轟烈烈的農業機械化運動因此拉下了帷幕。

六、七十年代是中國大陸政治動蕩的年代，政治對經濟生活有著絕對的領導權。政治的干預及其對農業機械化的偏好，阻礙了農業研究的健康發展。特別是在六十年代，大量的農業科研究人員離開實驗室，被下放到農村接受農民的再教育，破壞了科學研究的規模效益，農業技術創新的發生率較低；而“一大二公”

的人民公社體制，既不鼓勵先進，也不懲罰落後，結果是幹多幹少一個樣，從而影響了農民採用新技術的積極性，農業技術發展的後勁和拉力均感不足，一些已經推廣和採用的新技術也沒有發揮應有的作用。除了實現農業機械化這條技術發展的主線外，農業科研在其他研究領域內所取得的進展甚少，因此，在1958—1978年這二十年中，始終未能打破農業緩慢增長的局面，糧食生產以每年 2.4% 的速度遞增，僅比同期的人口年均增長率高出 0.4個百分點。（註23）當然，這一時期一些現代要素的引入和積累對今後農業發展的影響是巨大的。然而，由於下列兩個原因，農業技術的發展並沒有有效地推動農業的增長，這兩個原因是：(1) 政府竭力推廣的農業機械化超越了中國大陸當時既有的資源結構，難以構成農業增長的一個來源；(2) 由於制度障礙，適用性技術創新的動力不足，從而不能有力地推動農業增長。

肆、結 論

中國大陸農業機械化運動的經驗給我們這樣的啓示：在特定的經濟約束條件下，並不是所有現代技術都是適宜的。現代農業技術一般都是農業科研的結果，有科學裝備的農業科研究活動大大增強了人們克服自然約束的能力，人們對技術選擇的可能性增加了，但具體決定採用何種技術決定於這種技術在緩解資源約束方面的作用。就土地替代型技術和勞動力替代型這兩個農業技術的基本類型來說，土地替代型技術的作用相當於擴大了土地面積，勞動力替代型技術相當於增加了勞動力的供給。在人多地少時，採用土地替代型技術能夠提高土地生產率，而這時如果採用勞動力替代型技術，只能加劇勞動力的過剩，平均勞動生產率的水平甚至可能還會下降；在人少地多時則相反。

在中國大陸現代農業技術的發展過程中，農業機械化運動是如此的轟轟烈烈，國家從資金和組織上給予大量的無償支持，實際結果與曾經預期的結果相去甚遠；相形之下，稍後的化肥、雜交水稻和其他良種、地膜覆蓋等技術儘管沒得到多少特殊的照顧，但其發展迅速，成為農業增產的主要來源之一。之所以如此，根本原因還在於後者是土地替代型技術，適宜於中國大陸人多地少的資源稟賦。中國大陸的現實是，用全世界 7% 的耕地和 28.7% 的農業勞動力養活占全世界 21.6% 的人口。（註24）與世界平均水平相比，在中國大陸的農業資源中，土地資源相對稀缺，勞動力資源相對充裕（見表四）。而且，從1949以來的四十年中，由於人口的增加和耕地的減少，人多地少的矛盾趨於加劇。全國平均每個農業勞動力占有耕地從1952年的 0.62公頃減少到了1988年的 0.29公頃，減少幅度為

53.2%（註25）。當然，中國大陸幅員遼闊，地區跨度大，由于自然和歷史的原因，各地的資源分布不是均質的。從農業勞動力占有耕地這一指標來看，1983年最低的浙江省只有0.13公頃，最高的黑龍江省則達2.13公頃。黑龍江省高于全世界的平均水平，是浙江省的16.8倍。因此，中國大陸地區間農業資源賦予的差異很懸殊，不能要求全國有統一的技術變遷型式。北方地區可以較多地發展勞動力替代型技術，南方人多地少的地區應該多發展土地替代型技術。

表 4 中國大陸農業資源與世界各國比較

	中國大陸	世界平均	美國	英國	印度	日本
人均耕地（公頃／農業勞動力）	0.32	1.30	51.62	9.90	0.82	0.85
比較（以中國為100）	100.0	406.3	16129.9	3093.8	255.7	267.0

說明：由于資料所限，本表資料中農業勞動力係1985年數字，耕地係1984年數字。

資料來源：中國農業年鑒—1987年，第475、476頁，北京：農業出版社，1984年。

根據中國大陸農業技術發展四十年的經驗，我們知道，農業技術變遷並不僅僅是農業內部的事情，它直接決定于整個國民經濟運作中的資源結構。一地區的農業技術發展必須與當地的資源狀況相適應，既不能將假設的將來的資源狀況，也不能根據國外不同資源約束下的技術發展經驗作為制定中國大陸技術發展政策的依據，任何超越資源現狀設計技術政策的做法是毫無意意的，也是有害的。隨著經濟的發展，國民經濟各部門中的資源結構會發生變化，因此，由資源狀況決定的技術變遷是一個動態的過程。從這個義上說，任何國家和地區都可能實現機械化，在中國大陸也同樣如此。但由于一個經濟中的資源變化是與經濟發展水平相適應的，儘管因資源稟賦差異，個別地區、某項作業可能率先實現農業機械化，然而實現全國性的全面農業機械化肯定是一個漫長的過程、如果根據“農業的根本出路在于機械化”這樣一個抽象的判斷來設計當前的技術改革重點，只能造成資源浪費，最終會延緩農業機械化的實現。只有當中國大陸目前的農業資源結構發生根本性變化，即農業勞動力相對於土地和資本更為稀缺時，我們才能說在中國大陸實現機械化的條件已經具備了。

註釋

1、這方面的有關文獻參見；

- (1) Hicks, John R., Theory of wages (London : Macmillan, 1932).
- (2) Hayami, Yujiro and Vernon W. Ruttan, Agricultural Development: An International Perspective, Revised and expanded, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.
- (3) Binswanger, Hans P. and Vernon W. Ruttan, Induced Innovation: Technology, Institutions, and Development, Johns Baltimore : Hopkins University Press, 1978.
- (4) 林毅夫，“中國農業的農作制度與技術選擇”載國務院農村發展研究中心發展研究所編，發展研究通訊，1989年第16期。
- (5) 林毅夫，“Public Research Resource Allocation in Chinese Agriculture : A Test of Induced Technological Innovation Hypotheses ”，Economic Development and Cultural Change, Vol.39(July, 1991)
2. 毛澤東，關於農業合作化問題 第33頁，北京：人民出版社，1955年。
3. 在這裏，雙輪雙鐮犁之所以被擺到如此重要的位置，主要是因為它是大型農具。按照當時的認識，大型鐵製農具較一般農具先進，大型農具可以為機器牽引作準備。
4. 農業部科技委等編，中國農業科技工作四十年(1949—1989)，第454頁，北京：科學技術出版社，1989年。
5. 譚震林，「關於實現我國農業機械化的若干問題」，中國農報，1960年第6期。
6. 同註釋4。
7. 即使到1982年，全國機動水稻插秧機也只有4.5萬部，機械插秧面積僅占水稻全部播種面積的0.3%。資料來源：中國農業統計年鑒—1983，第104頁，北京：農業出版社，1983年。
8. 資料來源：中華人民共和國國民經濟和社會發展計劃大事輯要(1949—1985)，第246、247頁、313、314頁、388頁，北京：紅旗出版社，1983年。
9. 資料來源：農牧漁業部計劃司編，農業經濟資料(1949—1983) 第302、304頁，北京：農業部，1983年。
10. 同註釋2，第22頁。
11. 根據當時蘇聯的經驗，拖拉機站要辦得大一點，才便于修理、管理和減少開支。

當時確定的每個拖拉機站承擔耕地的規模是22.5萬畝到30萬畝。見李菁玉「關於當前農業機器拖拉機站工作中的幾個問題」，中國農報，1955年第8期。

12. 同註釋5。
13. 農業部農業機械管理局編，中國農業機械化問題，第179頁，石家莊：河北人民出版社，1958年。
14. 資料來源：中國農業年鑒—1987，第475、476頁，北京：農業出版社，1987年。
15. 這方面的分析見莫定森，「關於單季稻改雙季稻的幾個問題」，中國農報，1957年第10期。
16. 同註釋13，第138頁。
17. 參見楊均等，「試論農業機械化的幾個經濟問題」，光明日報，1962年10月15日。
18. 參見王光偉，「積極地穩妥地進行農業技術改革」，經濟研究，1963年第3期；梁秀峰，「關於我國農業技術改革的中心、步驟和重點問題的初步探討」，經濟研究，1963年第9期。
19. 參見張子林，「水利化和農業生產」，人民日報，1963年8月19日；劉日新，「關於我國農業現代化的幾個問題的探討」，人民日報，1963年6月20日。
20. 參見陶魯筋，「論太谷縣的農業技術改革」，紅旗，1963年第5期。
21. 參見方耀，關於農業化學化問題，1963年1月31日。
22. 梁秀峰，「關於我國農業技術改革的中心、步驟和重點問題的初步探討」，經濟研究，1963年第9期。
23. 這一時期的農業科研除了在農業機械技術和六十年代的水稻矮化技術、七十年代的雜交水稻技術等少數幾個領域內取得了一些較大的突破外，對大多數技術只是稍經改良，有些則連改良的工作都還沒有做。參見註釋4，第5頁。
24. 耕地面積為1984年數字，人口和勞動力為1985年數字。資料來源同註釋14。
25. 資料來源：國家統計局編，中國統計年鑒—1989，第174頁，北京：中國統計出版社，1989年；同註釋9，第120頁。

Resource Endowment and Technological Change: A Study on China's Agricultural Mechanization Movement

Justin Yifu Lin* and Michael Minggao Shen**

林毅夫* 沈明高**

Summary

Agricultural mechanization was a policy that the Chinese government persistently pursued from the late 1950s to the late 1970s. The government first proclaimed its goal in 1959 that 70 percent of China's farm operation to be completely mechanized within 10 years of time. Although the time table of complete mechanization was revised several time after the failure of the Great Leap Forward in 1959-62, the government's ambition was never deterred. For achieving this policy goal, the government mobilized many resources to this movement. By 1979, the beginning of the household-based farming system reform, the level of mechanization in terms of stock of farm machinery had reached the movement's target, but the degree of mechanization in farm operation was far below the 70 percent target. In this paper we apply the factor-scarcity-induced technological innovation hypothesis to analyze the mechanization movement. We argue that the failure of the movement was due to the fact that labor is a relatively abundant factor in Chinese agriculture and machinery is basically a relatively abundant

* Associate Professor of Economic Department of Peking University, Mainland China; Visiting Associate Professor UCLA; Adjunct Professor, Australian National University.

** Research Assistant of Economics Department of Peking University, Mainland China.

factor in Chinese agriculture and machinery is basically a labor-substitution technology. Therefore, it is not profitable to use extensively tractor and other machinery in China's agricultural production. For most areas in China, a policy that gives the priority to land-substitution technology, which augments the supply of scarce land, is more appropriate.

國立中興大學 

National Chung Hsing University