

美國加州農業機械化之動態

著者： Roy Bainer

譯者： 江 鴻

美國加州大學農業工程系創設於四十二年之前，在此時期由於工程應用在農業上，使加州農業有顯著的發達，其成果可由加州人在生活各方面見之，農夫在作業上不必過分辛苦而生產則大為增加，由于農村機械化，當以千計的農民可以從事於其他工業，此所以促成加州今日工業之發達，與人民生活水準之提高。

由於美國人口經常增加，人民所需之衣食亦同時需要增加，生產過去一世紀中農業增產當歸功於農業栽培技術之改進，如作物品種改良，肥料施用得宜，殺菌劑，殺草劑，殺蟲劑之應用，以及栽培法之改良，然主要增產因素仍為利用機器動力及機械農具所致。

農業工程對於生產最具效能，必須全面插入農業生產，故農業工程系須與其他各系合作，研究許多相同問題，事實上農工系已與農學院各系及普通大學內某些基本學系合作中。

農業機械研究工作歸納如下：

1. 專門工程問題（指機械方面）
2. 田內作物
3. 蔬菜
4. 樹木及有籐作物
5. 畜牧及家禽
6. 病菌控制
7. 農業電化（農業上電之應用）
8. 食品加工（製造）

專門工程問題

機動設備之空氣濾清器——早於 1919 年美國加州農業試驗所之工程師已知塵砂與燃料混合氣體一同吸入內燃機內產生不良影響，故霍夫曼教授對此問題貢獻殊多，其所設計之改良空氣濾清器為各機動設備所採用，此一改善每年節省美國公眾車輛維持費用數百萬美元。

此一問題研究，現已不甚極積，然於二次世界大戰中，工程系之農業工程師亦曾參加釐定沙漠區用重型坦克車之空氣濾清器之規格。

機動設備之火花防止裝置一法，1931年加州議

會通過一次議案凡易罹火災情形之地區，禁止未裝火花防止裝置之機動設備通過。加大農工系即於 1933 年開始研究關於曳引機排氣管所排出火花之大小及溫度，何者使田間或森林內易生火災並研究地面覆蓋物之情形及大氣之狀態等之影響。

及至引起火災最小尺寸之火花確定後，則轉向火花防止裝置之研究先對所有市售之火花防止裝置之檢定，結果發現危險範圍內之各種火花，不能有效收集，終于將市售而改進另行製造新型火花防止裝置，方能符合議會之法案，傲倖地所改進之火花防止裝置均未使引擎發生為害之反壓力，此一計劃係與森林防護當局合作進行。

機器之力學研究——麥克本氏於二十世紀中葉曾對輪式曳引機之動力學及靜力學有所研究，對圓盤把作業時之動力學有所研究，對於設計此類機械農具極有參考價值。更有許多相同性質之研究，對於將來設計裨益匪淺。

防凍研究——由于水菓產供銷處資助研究，李翁納氏創作一種近於無煙之菓園加熱器。係利用煙肉迴氣去煙之原理，此器符合加州南部市鎮所定排煙量容許值之範圍內，燃燒時非常清潔，可為工廠及倉庫取暖之用，若此加熱器另加送風機可用作嚴寒天氣下，檢查柴油機車，解凍之需。

換風機之研究，於加州南部河濱試驗所已有五年，換風機係利用菓樹上空人氣逆轉管內較熱空氣（註：一般大氣之溫度與高度成反比而於寒冬結冰時，近北面之空氣反較上層為冷，故氣象學稱之為逆轉層）與菓園內之較冷空氣相混合，此種換風器可增高溫度 2° — 3° F 在重霜季節用二度或三度之差可使 80% 蜜柑屬之菓樹免遭凍害，如須熱較多時，則需另由加熱器供給熱量。

換風機與加熱器之相互關係，經研究結果，如加熱器與換風機合用其所須加熱器之數量，僅為不用換風機之三分之一，此種換風機可改用於對流所損失之熱量而送至菓園。

換風機會于若干落葉性菓樹地區內試驗，在重霜季節逆轉層之溫度不能使換風機發生效能。1954—1955 年於美國西部溪口地方附近試驗，平均逆轉

層溫度約為 6°F，此僅及相同夜間於河濱地方密切相屬菓園內所測溫度之半，此等逆轉層溫度很低，現今所設計換風機，無法達到與河濱地方十畝面積之菓園普升溫度 2°F。

田間作物

水稻收穫及乾燥——1929 年以前，加州水稻收穫，係應用固定式機器捆束及脫粒，1929 年始研究兩種收穫方法，一為收刈成行乾燥後收穫，一為直接收穫後人工乾燥，後者可以控制產品品質，天時為害較少，如此可減少田間損失及所須人工於 1930 年後 (1935—1945) 期及 1940 年上期大多數農場改用直線收穫後人工乾燥之機器，此為農業上應用機械實際改良作物品質及減低現場損失之一例，攝通氏 (農業經濟系) 稱水稻栽培如用適當之農機具，生產每畝水稻僅須 7 1/2 工時，與二十年前應用固定式收刈脫拉機約須 50 工時及日本利用人工收穫，所須 900 工時比較時，可知應用機械之利益。

脫粒機對種莖之損害——種莖為加州主要產品之一，脫拉機對種莖之為害早已共知，直至 1932 年仍無補救方法，由於與植物系合作研究，已有改善之方法，可見加大公報 580 號。

此一研究將來之計劃為於荳類脫拉機之軸輓上加橡皮一層以代過去之銅筒軸輓。

亞麻剝皮 (剝麻)——印度種麻引進美國栽培成功，有損於改良剝麻技術發達所致，魏爾朵氏製成此一剝麻機係由橡皮軸輓剝麻，加大農工系之同仁與各收穫機製造廠合作改良，此等機器以適於處理此一特種作物，該機係利用兩軸輓轉，其速度不同，且輓筒上嵌具鋸齒之桿條或角條以撕裂菓皮，使種子落下而不致破裂，又因應用軸輓脫拉乃使種子與草分離。

軸輓原為調整種子流量之用，惟現已擴及苜蓿與三葉草等牧草之種子脫拉之用。

甜菜栽培機械化——此為加大與美國農部合作研究計劃部份，係由美國甜菜協會資助研究甜菜生產機械化之計劃，經過十年不斷之努力研究，加大農工系諸同仁，於此期內均有貢獻，植物病理學李斯博士亦曾參與關於種子處理之研究工作研究成果有：種子調製，種子調製機種子處理、栽植、整行、間株、切頭及收穫等機械，種子調製脫壳機

已為歐美各國所採用，最近日本亦曾購去一台。

此一研究之實踐，已使數年前工業上認為不可能解決之事而成事實，甜菜生產所需人工減少約為三分之二。

棉花收穫機械化——此一研究始於 1947 年，當時美國僅有三台棉花採摘機，而今美國已有 600 台棉花收穫機，足可供 1956 年所減削生產棉花面積而有餘，此研究係與美國農部合作，以射夫特爾所為中心並得加州棉種配銷處之資助。

研究範圍包括準備苗床，山陵栽植及條播，移株，防草生長之先期噴射藥劑，火焰燒草機，化學除草，後期中耕除草，切頭部以防作物倒臥以及研究錐狀軸摘花機之運轉及作業性能及其影響產品之品質。

機械收穫棉花僅使品質降低一級 (即同級棉花，機械收穫為中低級品，而人工收穫之棉花為中級品)，艾迪可特氏 (加大植物系) 及其同僚研究一種於收穫期內較有效之落葉劑，將使棉花含葉量減少，而增進機械摘花之品級。

小型豆科植物種子之收穫——此一計劃係與農業經營系合作於 1948 年開始研究，改良種子之品質 (發芽率) 及增收種子生產量，當時例如苜蓿生產量每年為四百七十五萬磅，種子為五十萬磅，種子內百分之十七由於脫拉機之擊傷，經過試驗其發芽率甚低，不合標準，如與 1954 年相比其生產量約計六千萬磅，種子為四千萬磅，而種子僅有千分之五，經試驗證明因發芽率低，而不合格，每畝平均產量 1654 年為六百磅而 1948 年為四百磅，農業經營學者認為增產量之半數 (100 磅) 係歸功於收穫作業之改良，其他一半係由栽培技術之改進，同樣生產西班牙三葉草，每畝種子收成，由於收穫方法之改良亦增加一倍。

玉蜀黍裝束——早期研究係在格萊茵市鎮，為聯合收刈機上附加玉蜀黍採集裝置，以便收穫玉蜀黍，由 1953 年所得之結果，該項設備極有希望，次後幾年曾囑二家規模宏大機器製造公司，供給玉蜀黍採集裝置之聯合收刈機以便於加州試驗，過去一年內有八家公司已利用玉蜀黍採集裝置於聯合收刈機上，但採集裝置須改良之處仍多，方可使收刈操作，如玉蜀黍脫拉機之完善，此一研究曾與農業經營系合作。

空氣乾燥——應用未加熱之空氣，乾燥深倉

穀糧，此一設備，現已進至製造商品出售階段，1954年約有 35 套。糧食深度依風扇，馬達及空氣導管等設備費用而定，多數設備之最大實用深度，約為 14—20 呎。

此式設備可以用於米穀玉蜀黍及高粱等作物之乾燥，且可與農家倉庫相連一體。

蔬菜作物

洋葱收穫——現已形成洋葱及花朵收穫機。

蘆筍(石竹科植物)收穫——已可製成機器切斷嫩蘆筍，此一研究係與蔬菜作物系合作，此一機器能否成功，係基于其可否代替人工收割，並於五、六日內完成而不使產品過份減少，如機器收穫現已能成爲事實，則一人操作收穫機一台可以收割 80 畝之蘆筍，該設備可望於 1957 年收穫季節時有商品可售。

蕃茄摘取輔助器及收穫器——此一摘收輔助器係由水平運皮帶通過數行蕃茄，蕃茄由手摘下放置皮帶上，由皮帶輸運落入皮帶一端之收穫箱內，勞力節省約爲 0—25% 視工人相互配合情形而異。

蔬菜作物系之育種節目，也因農業工程系所創辦之收穫機而加強研究，育種問題爲一長期計劃，但相信兩系之努力合作，當可製成一種完善的蕃茄收穫機。目前山瑪若蘿品種 (San Manzur Variety) 頗具成效。

菓樹及有藤作物

水菓及堅菓之脫水——根據試驗室實驗之基本原則，已製成一種水菓脫水器，一種 (主要爲烏梅田) 現有每 24 小時可脫水，4.8 及 12 噸之設備製成，可供分配，加州已有此類脫水器 75 台。

胡桃脫水經研究結果，以多層筒狀脫水器爲最合宜，此等設備構造圖可向農業推廣站索取。

包裝室之研究——此一研究係與農業經濟學系合作，研究範圍包括：已裝材料，自動取樣，水菓輸送，整堆乾濕水菓之室內運送，搖動桌水菓裝箱震動器，水菓預冷設備，及電子分類辨色器，以辨別水果大小及顏色。

1955 年有兩處檸檬包裝室已改裝爲整堆處理法，估計每一採收箱，節省裝箱費美金五分。

第一具電子辨色器——由製造商公開聞世

，正在使用中，其能量每秒可辨色 40 枚檸檬，(相當每分鐘 10 箱) 足供一般檸檬包裝室之容量，一具辨色器可代替 40 個人工，且選擇之精確遠較人工爲佳。

於 1954 年菓樹栽培系與農業工程系及農業經濟系合作擬定一個計劃研究落葉菓樹水菓包裝處理運送之工程問題，能量問題，及經濟價值，其目的主要爲發展新式容器，創立依體積填充容器之基本計算公式，改進辨色分類設備，研究貨車裝載標準方法，確定最好之水菓預冷方法，保持水菓品質之連續記錄，包裝系統之經濟研究，以決定市場新容器盛裝水菓之採購量，此項研究工作，均在導致如何減低水菓處理之費用。

採用強風冷卻方法，可使水菓冷卻時間減少至三分之二以上。

菓樹搖曳機及收集框架——胡桃，杏及烏梅等之菓樹，可以機械方法搖曳，助其收穫，曾作許多研究，現已裝成一移動式水菓收集框架，用以收集軟質水菓(指漿菓)研究範圍包括利用機械及壓縮空氣爲原動力之採摘裝置，過去一季中，偏重於機械採摘烏梅收穫作業。

葡萄收穫機械——葡萄栽培係由魏克勒爾博士指導已經試用新式葡萄採收架，以利機器收穫(指過去兩季中已製成一台試驗性收穫機，其採收架具有兩種功能，如所採之葡萄爲製葡萄乾者，該採收架可連續放置紙盤以便盛裝，機器採收之葡萄，如所採之葡萄爲釀酒之用，則該架可附裝運輸升降器將葡萄直接送入後拖之容箱內)。

這些年之試驗，推廣至山橋開區域 (San-Joaquin Valley) 若干商營葡萄園開始應用時其收穫量約爲葡萄收成之百分之九十，將來研究工作當着重於增加收量及加速收穫速度。

切杏機——原型切杏機每次放入杏子一枚，使杏子方位一定，然後切爲兩半，除去杏仁，並落入乾燥槽內而使切口向上，節省勞力，頗具效果，此機能量每分鐘可切杏一百五十小匣(相當每日 45 噸) 需運轉工人二至三人，大約下次烘杏季節即有此種設備應市。

家畜與家禽(畜牧事業)

設計服務——有兩名繪圖員，經常設計新式及改良舊式農家建築物之結構圖施工圖後包括所

有型式之家畜，厩舍，乳牛棚，家禽室，飼養設備，牧草乾燥裝備等，農家可向農業推廣站索圖採用，此一計劃之發展均賴各地畜牧業，家禽業及衛生院等之合作。

家畜飼養環境之研究——此與美國農部畜牧處（包括家禽）在金爾生脫地方研究牛豬等家畜及家禽肉牛工作，豬及家禽研究，係在台威斯地方。

過去在金爾生脫之試驗，包含對各種形式之遮蔭設備，蒸發冷氣，自動淋浴及冷水飲料與肉牛每日所增體重之關係。有冷氣設備，飼養之牛隻較普通狀態下，飼養之牛隻每日多增加體重 0.25—0.40 磅。

最近試驗，應用每小時四哩風速之機器通風並予 60° 及 70° F 之飲水，最初幾年之試驗結果如下：

處理情形	每日增加體重(磅)	每增加體重100磅所需供給飼料之重量(磅)
風速4哩/時之通風	2.32	924
70°F 飲水	1.79	1088
60°F 飲水	1.69	1125
普通飼養	1.29	1330

由上可知飼牛如經機器通風後每日增加體重，可較未受通風者增加 80%，而每增加體重 100 磅所須之飼料反而減少 30%。

據畜牧系溫度計室之資料，為一百磅重之豬隻其體重增加最好之環境為 70°F，在此溫度下豬隻每增加體重 100 磅所須飼料為 250 磅，90°F 時飼料消耗量增為 450 磅，100°F 時為 750 磅，如此溫度增加 30°F 欲得增加相同之體重，其所須飼料消耗量增加 300%。相同地一個 200 磅之豬隻於 100°F 之溫度下，不論飼料消耗多少，每日減低體重二磅故根據此類資料建造適宜之豚舍環境，實具經濟價值。

加工秣草內金屬之檢除——據美國農部肉類檢驗處之資料，肉類屠宰場因五金所引起疾病，即心囊類所導致的損失，每年約在美金一百萬元之譜。而農場上許多家畜由於秣草內全切斷捆束鐵絲及釘子等所惹起之疾病死亡為數更多。現已有電子檢驗儀器，如與牧草切秣機併用可以發現並檢除牧草運送系統內所夾雜之鐵絲等，此器在運送速度 6,000—10,000 呎分之範圍內為最有效，每排除鐵片一塊，約須拋出秣草半磅。此器應用於固定式及移動式之切秣機結果均甚良好。

乾草貯藏——乾草貯藏問題，對牧場極為重要，尤其牧場自植牧草之牧場，牧草堆積時其所含水分可在 35—40° 如此可得較佳之牧草，牧草堆底下置一通風管系，通以未曾加熱之強風，經過牧草內以減少牧草水分含量，以達貯藏之水準，此一裝置之施工圖，可見於加大公報 454 號，刊於 1956 年

5 月。

病菌控制設備

飛機於農業上之應用——加州每年應用飛機播種，施肥，撒粉（藥分）及噴霧（藥劑）等作業約有六百萬畝之面積，應用飛機作業之最大困難為藥劑散失飄達不需處理之田地，加大農工系有兩架飛機，專供研究有關之飛機作業，目前研究偏重於藥劑飄失之問題。

撒粉器及噴霧器之研究——過去 25 年中，曾對病菌控制設備已作多方面之研究，其範圍有噴霧器液槽之攪拌，噴嘴，接管，加速噴霧器及固定式噴霧系統等。

農業電化

電力應用——近 25 年來加州農業電化委員會，曾資助研究農業上應用電力之基金廿五萬美元以上，此一計劃之價值可由該會理事長羅保氏所述，由農業電化委員會所貢獻於農業上之研究範圍，過去 25 年中之主要資料實可編輯成書。

由于研究所得之成果及信心已使加州農民添居世界上主要應用電力之一。使加州生產能力更有重大意義之貢獻，而居美國農業生產有高者之第一位或第二位。

過去研究範圍很廣，農業上應用電力已超過預期範圍，使農村生活水準高度改進。加州農業上每年估計所耗動力為六萬七千馬力小時，其半數以上係由動力電線所供給，研究範圍包括家庭用，及乳酪作藥所須之冷凍機（冰箱）育雛器，孵卵器及消毒器，家禽生產用之電燈，消毒燈光，誘蟲燈，通電籬笆，機械吸乳機，住宅，雞舍，及溫室內之空氣調節器噴雨灌溉，水菓，堅菓及牧草等之脫水，水菓及蔬菜之預冷，防凍土壤加熱及殺菌處理，營養液配製設備，育豚器，電動曳引機，應用電流中斷之作用於家禽育雛，飼料加工，水稻乾燥，杏實乾燥，感應電流加熱紅光燈乾燥，蛋卵冷卻器，冷藏機，冷凍設備，工廠設備，牧草堆高，液肥抽揚機以及其他農家使用電力有利之計劃。

農業電化研究委員會之計劃為加大農工系正與其他工業廠商合作，最顯著之舉例長期研究結果可以增進加州農家及農民之利益。

食品製造技術

係與食品製造系及乳酪加工系合作研究——過去曾由食品製造系及乳酪加工系協助解決有關工程上之問題，現今與食品製造系合作研究，工作為肉類之冷凍乾燥，又對乳酪加工業上均勻作用之研究亦已引起該乳酪業之注意。

總之農業上 85% 係與農業工程發生關係，農業實為工程師們用武之地。