

132119

農業電力驅動

Г.Н.ХАЗАРОВ著

拖拉机教研室译



緒 言

“電力驅動”成爲一門學科，還是比較不久前的事(自 1921—1922 年)。

這一門學科，是蘇聯的學者們創建的，在我國，應工業、運輸及農業中各部門的需要，在研究電力驅動的理論、計算和設計結構方面，進行了大量有價值的理論，實驗和生產上的工作。以電力驅動爲題，寫了許多學位論文，在各高等工業學校以及科學研究機關的科學技術雜誌和著作選集上發表了成百篇的文章。當國外還沒有一本系統化的教科書，還沒有一部巨著的時候，在我們蘇聯已經出現了有關這一問題的基本的手冊和專門書籍，在這方面的成果當中，應該特別指出 C.A. 陵開維奇教授所著關於電力驅動的第一本教課書以及 M.Γ. 葉甫林諾夫院士，B.K. 波波夫，P.Л. 阿隆諾夫，C.A. 泊列士，A.T. 哥洛凡，B.B. 烏曼斯基，A.Я. 斯洛尼姆等教授所作的工作，他們奠定了蘇聯的電力驅動學派。

蘇聯關於電力驅動的科學之所以有卓越的成績，是由於我國在偉大的十月社會主義革命之後創造了極其有利於這一電氣技術部分發展的條件。

偉大的列寧國家電氣化計劃(俄羅斯國家電氣化計劃)，恢復期間的任務以及後來龐大的斯大林五年計劃的實行，把電動機在國民經濟各部門中的作用與意義提到了新的高度，社會主義的生產實踐，要求製訂出電力驅動的籌劃，計算及設計製造所需的科學依據，在蘇聯政府及布爾什維克黨經常的關懷之下，蘇聯的學者，工程師及技師們，逐漸勝利地解決了提在他們面前的各種任務。

縝密的實驗研究和深刻的理論綜合是與千百個第一流的電氣化企業的建造緊密地結合着發展的。這些企業都採用了最完善的以及合理地選擇電驅動系統。

從蘇聯各企業所裝置的許多傑出的電驅動工程中，可以自豪地指出下面這些例子，譬如：大型軋壓機、礦山升降機、造紙機、排鑄機，莫斯科運河抽水機等的電驅動裝置，以及世界上最好的熔礦爐加料系統的電驅動裝置等等。

蘇聯電力驅動理論與實踐的發展的高度水平，使大批特殊的電力驅動裝置，得以順利地設計成功。

農業電力驅動是在很多方面極端獨特的一個專門的電力驅動的部門。

農業電力驅動的特點是：所驅動的機器種類極其繁多，機械能需要者分散，工作的季節性以及很多機器上的電氣及機械裝置的利用係數低。此外，農村中電站和變電所的功率小，對於解決一系列有關合理地選擇電力驅動的問題，也有影響。

在蘇聯，1923 年開始科學地研究農業電力驅動的諸種問題，開始講授這一門新學科。當時在莫斯科羅蒙諾索夫學院以及設有農業電氣化科的列寧格勒工學院成立了工業農村系。到目前爲止，已經完成了很多試驗各種電力驅動的工作，如脫穀機組，清糧機、作飼料的機器、電動耕地機、集體農莊副業組織的機床，機器拖拉機站及機器拖拉機修配廠的機床上所用的電力驅動裝置等等。在現有的農業機械上採用合理化的電力驅動裝置的研究工作逐步發展了，並且製造了獨創的農業用的電力驅動裝置，例如 A.И. 拉夫連捷夫的自動抽水機，B.A. 皮查克，П.Н. 李斯托夫，B.Γ. 斯杰三柯的電拖拉機，A.Φ. 格列賓尼柯夫的設有獨立電驅動裝置的電動粉碎機以及 Л.Я. 齊維揚的移動式可調節的電力驅動裝置等等。

1933 年，系統地敘述農業電力驅動問題的企圖第一次實現了，這就是莫斯科農業電氣化與機械

化學院“電在農業中的使用”教研組的集體著作『農業電氣化』。(該書)由 M. Γ. 葉甫林諾夫教授任主編。

1938 年，初次出現了供農業機械化系學習『農業電力驅動課程用的現行的教科書。

『農業電力驅動』這一課程的學習對象是電動機，把它和工作機械及生產技術密切地聯繫在一起加以研究

這一聯繫概述如下：

工作機械或在技術過程中執行其所規定的功能的機組，對於其本身之動力中心(電動機)提出一定的要求，電動機則應該儘可能予以完全的滿足，並且在技術上要最簡單合理，同時，毫無疑問，在經濟上要有利。

電動機既是代替其他類型的發動機，也要對工作機械提出自己的特別要求，與一切必要的前提，以便爲了使生產有利，電動機與工作機械能有適當的配合；整個生產機組能得到應有的改造，這種改造的結果常常改變了原有工作機械的外貌。

電動機與工作機械之間互相仰賴的關係，在選擇電力驅動的操縱線路圖時，表現得最爲明顯。這些線路圖的主要發展趨勢是：要求或多或少在操縱線路圖中引入自動化的因素以便在技術過程進行當中自動控制電機的意圖愈來愈多。(如接觸繼電器式的操縱，電子和離子儀器，光電管等等)。

因此，農業電力驅動這一課程的目的是向學生講解：

1) 從所發出的功率、調整率、過載荷容量、功率因數(交流電機)、制動特性等觀點出發來看直流及交流電機的電機械特性。

2) 根據負載圖所表明的發熱狀態，電力驅動的動力學，起動荷重，開始轉動的時間及其他指標來確定電機功率及選擇電機類型的方法。

3) 電機操縱線路圖(包括最簡單的自動化線路圖)。

4) 操縱儀表的類型，電機的養護及使用規程。

學習『農業電力驅動』這一課程的方法是完全具體的，國民經濟各部門中運用電機的豐富的實際經驗，經過科學的綜合，組成了本課程的理論部分，習題、實驗及生產實習可減輕掌握課程中的理論部分的困難，並使學生獲得生產崗位上的工程技術人員所必需的實際操作技能。

學習『農業電力驅動』這一課程，可使未來的工程技術人員掌握合理地選擇電力驅動類型，其安裝及正確使用的方法。毫無疑問，掌握了本書所講授的方法，就一定能勝任地從事於進一步發展電力驅動的工作。

目 錄

緒 言

第一章	工業與農業電力驅動的發展	1
第二章	電力驅動系統及其一般的特徵	7
§ 1.	傳動式電力驅動	8
§ 2.	單獨電力驅動	8
§ 3.	多電動機電力驅動	10
§ 4.	電力驅動分類簡圖	11
§ 5.	單獨驅動之優缺點（與分組驅動相比較）	11
第三章	電動機機械性能的分析	13
§ 1.	額定值	13
§ 2.	分激電動機	14
§ 3.	串激電動機	18
§ 4.	複激電動機	20
§ 5.	直流電動機旋轉方向的改變	21
§ 6.	三相鼠籠轉子式感應電動機	21
§ 7.	具有變阻器啟動的感應電動機	26
§ 8.	雙鼠籠式和深槽式感應電動機	27
§ 9.	感應電動機的轉速調節和變換迴轉方向	28
§ 10.	單相感應電動機	29
§ 11.	容電器單相電動機	30
§ 12.	同步電動機	31
第四章	電動機的制動，接入和取出	35
§ 1.	再生電能制動	35
§ 2.	外接電阻制動	36
§ 3.	反電流制動	37
§ 4.	用電操縱的機械制動	37
§ 5.	直流電動機和交流電動機的接入和取出	37
第五章	電動機的功率和發熱情況	41
§ 1.	電動機的發熱和冷却方程式	42
§ 2.	在各種不同負載下的電動機的發熱	48
§ 3.	影響電動機功率的主要構造因素	48
§ 4.	周圍介質溫度對電動機功率的影響	49

第六章	按運用的情況，工作機器的負載特性和電動機的分類	51
第七章	電力驅動的動力學	54
第八章	在各不同工作情況下驅動電動機所需容量之決定	62
§ 1.	長期不變負載	62
§ 2.	長期變動負載	75
§ 3.	短暫運用的電動機容量的決定	79
§ 4.	間息運用的負載	79
§ 5.	分組驅動的電動機容量的決定	85
第九章	變阻器	104
§ 1.	激激變阻器	104
§ 2.	啓動變阻器	104
§ 3.	啓動調節變阻器	107
第十章	電動機的非自動控制設備和簡圖	108
§ 1.	刀閘和變換開關	108
§ 2.	電動機箱	108
§ 3.	疊片式開關	108
§ 4.	鼓形變換開關	109
§ 5.	油啓動器和換向開關	110
§ 6.	磁極的變換開關	112
第十一章	電動機的自動保護	113
§ 1.	保險器	113
§ 2.	熱繼電器	115
第十二章	電動機自動控制設備和簡圖	116
§ 1.	接觸器	116
§ 2.	自動控制簡圖中的符號	117
§ 3.	自動控制線路圖	117
第十三章	電動機的功率和型式以及整個電力驅動的選擇	121
§ 1.	根據了負載的特性，電動機的選擇和它的功率的試驗	121
§ 2.	電動機電流和電壓之值的選擇	122
§ 3.	電動機的選擇考慮到小功率供電電源的影響	124
§ 4.	電動機轉數的選擇	129
§ 5.	電動機按照構造的選擇	131
§ 6.	電動機和電力驅動的幾個特殊型式	134
第十四章	電力裝備中的功率因數及其改善方法	737
§ 1.	低的功率因數是毫無用處的	137
§ 2.	感應電動機功率因數降低的因素	139

§ 3. 低功率因數的電動機	140
§ 4. 運用條件所影響功率因數的降低	142
§ 5. 改善功率因數的方法	142
第十五章 電動機的安裝及其操作條件	146
§ 1. 電動機的安裝	146
§ 2. 電動機第一次啓動前的準備	147
§ 3. 電動機的一般操作規則	148
§ 4. 電動機中的故障及其消除方法	149
§ 5. 電動機管理時的安全量度	151
附錄	152
參考書	160

第一章 工業與農業電力驅動的發展

1822 年，初次出現了想用電流來得到機械運動的企圖，當時法拉第製成了幾個可動的模型，模型上通了電的導體能繞着磁鐵正向，反向旋轉。

圖 1 示出法拉第的電動機，其中 N—S 是磁棒，3 是盛着水銀的環形容器，2 是電池，4 是用一個尖頭支在磁鐵上的導體，這個導體的兩端，放入水銀內，如果合上開關 1，則電流沿導體流過，由於與永久磁鐵的磁場相互作用，支在尖頭上的導體就開始旋轉。

當時很多研究工作者還提出過類似的模型，但是因為他們所產生的作用力很小，所以沒有什麼實際意義。

發明家們所設計的最初一些電動機，在構造形狀和工作原理方面都受到了蒸氣機的影響，所以在十九世紀三十年代出現了往復運動式構造的電動機。

在圖 2 所示的電動機上，蒸氣機的構造影響最為明顯。這個電動機的起作用的部件是兩個強力的線圈 5 和 6，由電池交替地向它們供電，這樣的棒 2，4 也就交替地被吸入線圈並使框架 1，3 獲得往復運動。往復運動又靠曲柄連桿機構變成飛輪的轉動。

線圈的交替供電，由一個裝在飛輪軸上的專門的整流器自動進行。

1825 年，俄國院士亞可比在其論文中否定了在電動機中應用往復運動的原理，同時描述了按原來構造作旋轉運動的電動機，這一個電動機由八個旋轉的，八個不動的棒所組成（如圖 3）。動磁棒在旋轉時靠裝在旋轉軸上的整流器來改變它們的磁場方向。整流器係這樣的裝置：要使所有的動磁棒與不動磁棒在相對而遇時，始終向同一方向——旋轉方向推斥，這是第一個用於實際目的的電動機。

1838 年，B.C. 亞可比院士在彼得堡用這一電動機實現了歷史上第一次的電力驅動，電動機裝在船上，驅動葉輪，推動小船以每小時 2.5 公里的速度沿涅瓦河航行。這第一個電力驅動雖然由於構造不完善以及利用電池不經濟（電池比人工貴兩倍）而未能推廣，但却起了巨大的作用，以本身的範例證明了在工業中用電流以獲得機械運動的實際可能性。

第一個電動機模型的失敗，使若干學者對於利用電作為動力這一思想也發生了懷疑。

在這種情況之下，K. 馬克思在 1850 年所發表的關於電動機的偉大前途及其革命性的作用的想法就顯得更為英明，威廉·李卜克內西在他的馬克思回憶錄中寫道：“我們很快就談到了自然科學。馬克思嘲笑了歐洲的獲勝一時的反動勢力：它以為革命已經被撲滅了，但沒有夢想到自然科學却正在準備一次新的革命。在上一世紀翻天覆地的蒸氣壓下的統治已經結束了，而代替它的將是無比地更為革命的力量——電火花。

歷史證實了馬克思的英明預見。

當時，要廣泛地在實際上使用電力驅動，只需要創造出更完善的電動機和更完善的獲得電能的方法而這在十九世紀末也就做到了。

三相感應電動機的發明具有特別重大的意義。研究與發明出第一個三相電動機的構造的榮譽是屬於俄國工程師多里奧——多布羅沃勒斯基的。他在 1891 年就設計了一種電動機其主要特點直至今日仍然沒有什麼改變。

三相感應電動機是一個堅實，可靠，價廉的機械能的來源。在進一步改善之後，它得到了優先於其他電機的廣泛應用。

感應電動機的發明(在電能變壓原理發現之後)有力地推了工業，運輸業和農業的發展。

起初，在工業中採用電機單純是爲了代替其他以前所採用的機械能原動機(蒸氣機，水輪機，內燃機)，但電動機很快地就完全顯示了它的非常寶貴的新優點，即。

①可以得到最廣的功率範圍——在一個工作單位之內，在任何地點，按技術過程的要求，可以從幾千分之一瓦到幾萬仟瓦。

可以舉出下列的例子：a)用於驅動電鐘機構的同步反推式電動機，其功率爲 0.000003 瓩。б)用於鐘錶工廠中某些工具上的滑環式電動機，功率爲 0.0007 瓩，每分鐘轉 30.000 轉。B)工業電驅動用的功率爲 11.000 瓩的以及船舶用功率爲 42.000 瓩的電機。

②可以得到最廣泛的速度範圍——從任意小的轉速到任意大的轉速(某些廣告用的電動機，一小時轉一轉，在工程師福列得金所設計供磨煤球形磨用的無減速裝置電驅動系統中每分鐘 28 轉，在超級離心機及有蓋式電動旋轉中，可達 100.000 轉或更多。

③轉數的調節範圍廣，調整平穩(在某些滑環式電機中，這一調節完全用純電學方法來進行，其範圍爲 1: 15)。

④起動停車及調整簡便(某些金屬切削車床要求每小時開閉 3.000—4.000 次)有無限的自動化操縱的可能性。

⑤構造緊密結實，對於工作機械的特殊要求可以適應(用法蘭盤式小軸聯接，造在工作機械內或附造在其上)。可以舉出所謂“鉛筆式”電動機爲例，以說明電動機對於其工作地點的情況的極大的適應性，這種電機用於石油井的唧筒內，功率爲 71 瓩，其形狀如一長圓柱，直徑約爲 20 厘米，而軸間長度約爲 6。

⑥工作穩定，超負荷性能高。

⑦效率較高。

⑧保養簡便，管理使用耗費小(用於潤滑清潔等)。

由於這些優點，電動機曾是推動各技術部門進步的有力工具。

電力驅動是沿着這一道路發展的即：使電動機與工作機械極緊密地配合並擺脫把技術過程中的單獨操作與傳動裝置所在處聯繫起來的複雜累贅的傳動裝置。

在現代電動機正逐漸滲入工作機械結構之中，並具有個別的工作機構的功能。(壓延機中的滾子電動機，工程師福列得金的電動梳毛機中具有層片式定子的電動機，科學技術碩士格列賓尼克的電動粉碎機中具有外轉子的電動機等)。

由於電能的無限的可分性以及電動機的操縱輕易簡單，當在強大的機組中爲了驅動各部件和完成各種輔助操作而裝置了能迅速準確地完成其所應作的工作的電動機的時候，可以實行在機械本身內部的動力分配。

現代電力驅動的最大特徵是採用各種自動和半自動化的操縱。

用簡單地按一下電鈕的方法來操縱遠距離的電動機(遠程操縱)以及在冶金工業，金屬加工工業中較早採用的隨技術過程的進行而自動接合的各種電磁操縱機構，現在已經被肯定地引用於工業的各部門內。

與在工業中採用聯動機床與流水作業的同時。所謂反射器式的自動裝置也越來越廣泛地被採用着，這一自動裝置可以隨着技術過程的進行無需人力而極準確地自動完成一系列操作。這一類自動裝置的例子有：①隨着工件或切屑斷面的尺寸的逐漸增加而改變切削速度。②工件達規定尺寸時停閉電機並退出刀具或砂輪。③按模型或圖樣加工零件。

戰後斯大林五年計劃中規定還要採用更完善的電力驅動的類型。

關於在 1946—1950 年內恢復與發展國民經濟的五年計劃的法律規定：

“保證在工業中廣泛地採用自動化的個別電力驅動並過渡到與工作機械之工作機構有機地聯繫着的電力驅動”。

馬克思——列寧主義的奠基者，對電能在國民經濟各部門中的作用，賦予了巨大的意義。

我們已經指出過馬克思對於電氣的萌芽是如何地重視。

大家也都知道列寧的天才的公式：

“共產主義——這就是蘇維埃政權加上全國電氣化”。〔註一〕

列寧始終強調電氣在農業中的特別重大的意義，還在前一世紀末，他就寫過：

“肯定的，我們在農業上推廣電工技術是大量生產的偉大勝利”。〔註二〕

偉大的十月社會主義革命之後，列寧在規定蘇聯國民經濟社會主義改造的道路的時候，就這樣地確定了向先進的社會主義農業過渡的道路：

“小農經濟
集體農莊
電氣化”。〔註三〕

斯大林同志——列寧的思想的實現者——這在 1927 年 7 月 7 日和外國工人代表團談話時就指示過：

“當農民經濟經過機械化電氣化而在新的技術基礎上改造完成時，席捲一切的集體化浪潮就必然要來到……”〔註四〕。

斯大林同志在自己的著作中特別強調電氣化在解決共產主義社會的建設的最重要的任務——消滅城鄉對立中的意義根據這一點，他說：

“歸根到底，必須貫徹電氣化計劃。〔它是使城鄉更為接近並消滅它們之間的對立的工具”。〔註五〕

正因爲如此，蘇聯國民經濟電氣化的問題，受到了很大的關注。

在沙皇的俄國，全部發電站的功率是一百一十萬瓩，而在蘇聯，在偉大的衛國戰爭之前，已經達到了一千一百萬瓩而發電量則爲每年四百八十億瓩小時。

德國法西斯匪徒背信棄義的侵略，給蘇聯的電氣事業帶來了嚴重的損失（被毀發電站的總功率是三百萬瓩），但並沒有能够使發電站的建設停頓。

在 1941 年到 1944 年的期間內，在烏拉爾，庫茲巴斯，塔什干，庫依貝舍夫以及其他地區，發電站的功率和發電量增加了 2—3 倍。

1942 年恢復被侵略者破壞的發電站的工程就開始了。從 1942 年到 1946 年，恢復的發電站的總功率爲一百六十萬瓩。關於在 1946 年到 1950 年內恢復及發展蘇聯國民經濟的五年計劃的規定不僅要消滅德國法西斯侵略所造成的後果，並須進一步蓬勃地發展蘇聯的動力事業。規定：

“在電氣化方面——加強水電站的恢復和建設，要使發電站功率的增長超過其他各部門的恢復與發展。確定 1950 年的發電量要比 1940 年超過 70%。

〔註一〕 В.И. 列寧選集，第十六章，46 頁，第三版。

〔註二〕 В.И. 列寧選集，土地問題和馬克思的批評”第五章，127 頁，第四版。

〔註三〕 В.И. 列寧選集，第二十六章，310 頁，第三版。

〔註四〕 И.В. 斯大林選集，列寧主義問題，420 頁，第六版。

〔註五〕 И.В. 斯大林選集，列寧主義問題，147 頁，第九版。

完全恢復遭受侵略區域內的發電站。在五年計劃期間內使全部發電站投入生產的發電能力共增加一千一百七十萬瓩，以期於 1950 年時發電站的規定功率達到二千二百四十萬瓩”。

蘇聯電氣化的這種發展速度，使農業可以走向更廣泛的電氣化。

根據這一點，五年計劃的規定指出：

“保證在各農業地區大量建設小型的水力發電站，風力發電站和利用移動式蒸氣機與煤氣發生爐的火力發電站”。

蘇聯部長會議 1948 年 5 月 29 日的“關於在 1948—1950 年內發展農村電氣化的計劃”的決議，規定了農村中電力的巨大的增長，僅在 1948—1950 兩年內，決議就擬定了在農村中建設與投入生產的發電站的總功率要達到八十七萬八千瓩的計劃，與國營的區和市的發電站電力網合併的，尚不計算在內。

如果計入內 1948 年以前已經投入生產的電力，則農村中電源的總功率，在 1951 年前將約為二百萬瓩。

爲對比起見，應該指出，在 1913 年時，農村中發電設備的總功率尚不足二千瓩。

農村中如此巨大的發電能力，將使集體農莊，機器拖拉機站及國營農場廣泛地電氣化。

按 1948—1950 年的計劃、除一萬七千七百個已有電力的集體農莊外、尚預定要將三萬八千五百個集體農莊電氣化。此外，有四千三百個機器拖拉機站，區間大修場及發動機修理工場，五百十四個國營農場，蘇聯農業部農業選種站也要電氣化。

由這些數字可以看出，到斯大林戰後五年計劃末尾，電力驅動在農業生產中的作用必將大大提高。

根據農業電氣化管理局的預約，電氣工業必須在五年計劃期間內製造幾十萬部總功率爲二百萬瓩的各類電動機以供農業之需。

電動機在農業生產中的應用將沿着怎樣的道路發展呢？

政府 1948 年 5 月 29 日的決議，規定農業電氣化是在國營農場、集體農莊和機器拖拉機站中提高勞動生產率的最重要的工具，因此它責成領導機關在製訂集體農莊、國營農場和機器拖拉機站的生產計劃時，首先要保證繁重勞動所需的電力，包括機器拖拉機站的各工場的工作，脫穀、清糧分級、乾燥、磨粉、灌溉、供水，作飼料、擠乳、剪羊毛以及農產品的加工等等。

從動力工程的觀點看來或者從生產的觀點看來，和在工業中一樣，電力驅動在機器拖拉機修理場，機器拖拉機站的修理工場和國營農場中，都是合理的驅動類型。因此，在機器拖拉機修理場和機器拖拉機站的工場中，機床都用電力驅動工作，而重建的典型機器拖拉機修理場則更是完全按使用電力驅動來設計的。

脫穀時使用電動機，可使脫穀流水作業中的主要過程全部機械化（將禾捆喂入滾筒，滾筒及分離裝置的驅動，拖穀桿的絞盤和鼓風式碎葉運送器中風扇的驅動）。

在畜牧業中，供水、作飼料（驅動切草機，碎豆餅機、切塊根機、切草機等），擠乳、剪羊毛與通風等都正在進行着電氣化。

實行了供水電氣化，電動機可以在整個晝夜之中保證不斷地往農場供水，並易於實行根據對水的需要而自動地開閉電動機。用一些極其簡單便宜的裝置和附件就可以實現自動化（在有壓水塔時，採用浮漂式繼電器，在無水塔式供水時則用壓力式繼電器）。在這些裝置中，電動機均有自動保險，防止過載荷，而在有任何事故發生時則鳴警號，因此管理自動抽水站並不需要常駐人員，從而大大地減低管理費用。

作飼料機器的電驅動，可以大大提高勞動生產率並減低作飼料的成本。

擠乳電氣機械化的裝置，有製成固定式的（裝在畜欄內），也有製成移動式的（用在牧場上）。採用電氣機械化擠乳，能大大提高勞動生產率（100% 或更多）。減低擠乳婦的疲勞，改善衛生條件，以保證出產更少被微生物染污的牛乳。

剪羊毛機應用得很廣，因為它增加勞動生產率約達兩倍，改善勞動條件，提高剪毛工作的質量，並使從每隻羊身上剪下的毛增加 100—400 克。

除在上述固定裝置中採用電動機外，在最短期間內，電力驅動在非固定裝置中亦將具有很大的意義。

在農業中，非固定電動裝置主要的用於耕作過程的電氣機械化方面。

目前，在耕作電氣機械化方面確定了三個主要的發展方向 ①利用絞盤和鋼纜牽引來實現耕作電氣機械化。②用電拖拉機及裝有電機的農業機具來實現耕作過程的電氣機械化。③在拖拉機的基礎上實現非固定的農業機械的電氣化。

雖然在 1879 年已經進行過利用絞盤來實現電耕氣地的初步試驗（塞爾梅茲，法國），但電氣耕地絞盤到目前為止並未得到任何顯著的推廣。

在我們蘇聯，電氣耕作的第一步試驗是在 1921 年組織的，大家都知道列寧是如何熱烈地參加了這些試驗的組織工作。在莫斯科城郊布惕爾斯基農場進行電氣耕地試驗時，列寧曾親自出席。

蘇聯曾經有過幾種按鋼纜牽引的原理工作的電氣耕地機組，其中構造最完善的是全蘇農業電氣化科學研究所設計的用絞盤工作的機組（圖 4）。

兩個這種類型的絞盤，分別放在被耕地之兩側，保證一個六瓣雙向犁的牽引力。犁的耕幅超過 2 米，生產率達每小時一公頃。

按鋼纜牽引原理而工作的電氣耕地機組的根本缺點是除了耕地以外，它幾乎完全不能用於其他田間工作。就這方面而言，電氣拖拉機是比較完善的機器，圖 5 是電氣拖拉機 ВИМЭ-4-1000 的總圖。電氣拖拉機是在火力拖拉機 АСХТЗ-НАТИ 的底架上裝一個電動機而製成，電機經軟電纜從變壓器取得電流。拖拉機上有一個彎臂防止電纜掉到拖拉機履帶下面或者是掉到牽引機械下面去，這個彎臂可以繞鉛直軸轉到任何角度，這就大大地保證了拖拉機調動的自由。

拖拉機及供給電流的移動小變壓站從一個耕作區移動到另一區時，要靠外來的動力，通常時靠相鄰的電氣拖拉機的幫助。

從一次接好高壓線起，到下一次換接為止，電拖拉機能够耕作的面積約為一百五十公頃。

1936 年在克里木試驗了蘇聯設計構造的第一批電拖拉機，在從 1941 年到 1945 年的期間內，在恩格斯機器拖拉機站，隆拉托州，ВИМЭ-2-500 型的電拖拉機做了耕地，中耕及收穫的工作，結果良好。

最近幾年，ВИМЭ 又設計了幾種供種植園藝及技術作物用的較輕型的電氣拖拉機，這就是：1）裝有功率為 14.5 瓩（電壓為 380/220 伏時）的電動機的園藝用履帶式拖拉機。2）手扶式兩輪電氣拖拉機，其電動機功率為 6 瓩。園藝用拖拉機都備有一套可供耕地、碎土、中耕及挖土豆用的機具。

履帶式園藝電氣拖拉機每接向電路一次所能耕的面積達 6 公頃。兩輪式的為 3.6 公頃。

應該預測到，這種類型的電動牽引，經過逐步改善，必將隨電力網的擴展和農村電力站的逐漸擴大而得到廣泛的使用。

電拖拉機的工作的良好經驗，意味着用電動來供給移動裝置的問題的順利解決（雖然仍受到運動半徑的限制），而這就為在田間生產過程中，即在那直到最近還被火力拖拉機獨霸着的部門中應用電驅動，開闢了廣闊的可能性。

電力驅動在田間生產過程中的進步作用，毫無疑問，是絕不僅以電氣拖拉機為限的。電能含有極其多種多樣的驅動工作機械的可能性，因此，提出直接把機械（尤其是自走機械和用以牽引各種懸吊式機具的自走車輛）加以電氣化的問題，是完全合乎規律的。在很多情況下，我們將論及複雜機械，例如康拜因的多電動機驅動以及如何按技術過程的要求自動操縱其中各部件的工作。

第二章 電力驅動系統及其一般的特徵

“任何一個發達完滿的機器，都是由三個根本不同的部分組成的：發動機構，傳動裝置（或傳動機構）以及工作機構或工作機械本身”〔註一〕

在現代的書籍裡，一般都把這種由發動機，傳動裝置和工作機械本身所組成的發達完滿的機器叫做機械結構式生產機組。

機器結構中的前兩個基本部分的任務是：驅動工作機械式工作機構。

通常用一個總的概念——“驅動部分”，來概括機械結構中的這兩個基本部分——動力部分（發動機構或簡稱為發動機，具有發達程度或高或低的操縱系統）和傳動裝置（居間的傳動機構——軸、皮帶、皮帶輪、齒輪、凸輪等）。

隨著技術的發展，這一個總的概念也逐漸地具體化起來而其每一個實際的形狀，也得到了其本身所獨有的定型。

確定驅動部分的各個組合和類型的最根本的特徵是機械能的來源的種類——發動機，發動機與工作機械間的聯繫的性質以及驅動部分的操縱系統，驅動部分的分化，過去和現在都正是按照這些特點進行的。

按發動機的種類的不同，驅動部分可極為明顯地分為下列的幾個大組：人力的，畜力的和機械的（風車、水輪、輪機、蒸氣機、內燃機與電動機）。

其他的特徵又進一步更為詳盡地確定了驅動部分的分化，這種分化在用電動機的驅動——電力驅動中，得到了尤為廣泛的發展。

什麼叫做電力驅動呢？

根據已經確定的定義可知：電力驅動是機械結構或生產機組的一部分，由電動機，操縱儀器以及電動機和工作機械之間的傳動裝置所組成。

按照一個電動機所帶動的機器的數目，或按照一個生產機組中所使用的電動機的數目，電力驅動又可分為：a) 傳動式的。б) 單獨驅動式的和 B) 多電動機驅動式的。

各組又根據各種不同的特徵再分為一系列的小組和種類。

傳動式驅動分為：a) 公用傳動式。б) 分組驅動式。單獨驅動式又分為：a) 普通單獨驅動式的。б) 個體多電動機式的，和 B) 聯動多電動機式的。

在農業中，一個電動機常常用來驅動在不同季節工作而使用小時數不多的機器。

在這種場合，電動機按照特殊的圖表（按季節，一週內的天數和一晝夜間的小時數）來使用。

電動機從一架機器上移到另一架機器上是用担架，獨輪車或者小車來搬動的。通常都是把電動機安裝在它們上面，這種電驅動叫做動式的，以資與固定的區別。

近來，由於自動化的廣泛發展，又出現了一種把電力驅動分為自動化的與非自動化的分法。

按照滿足技術過程的一定要求的電動機本身的特性，又引用了可調整的和不可調整的電力驅動的概念。

下面，研究一下電力驅動的基本類型。

〔註一〕 馬克思著，資本論，第一章，301 頁 1936 年。

§ 1. 傳動式電力驅動

公用傳動式電力驅動 利用繩索或皮帶把運動從一個電動機傳向分佈在企業的各層樓或各車間的傳動裝置的這種電力驅動叫做公用傳動式電力驅動。

傳動式的機械驅動是公用傳動式電驅動的始祖，這種驅動是作為發動機的蒸氣機的盛行時期的特徵，因為在小的生產單位中利用蒸氣機產生機械能不合算，而且使用蒸氣機（或水力機）來驅動個別的工作機械（或者是一組機器）不方便，這種驅動遂應運而生。

在公用驅動的情況下，機械能的生產集中在一個專門的動力車間內，由該處利用繩索式或皮帶式傳動，將機械能傳送到工廠的各層樓或各車間（圖 6）通常在每一層樓都有一個主傳動裝置從那裡再用皮帶把運動傳到分組傳動裝置和單個的機器上去。

分組電力驅動 把運動從一個電動機傳到一組工作機械的這種驅動叫做分組驅動。

與傳動式驅動相比，分組電力驅動（圖 7 和 8）無疑地是進了一步，但它還完全沒有利用作為動力來源的電能所帶來的那些潛力。事實上，在分組電驅動中仍然保留着傳動式驅動的一切基本缺點。

在現代，分組驅動（更不用說公用傳動式驅動）只能對工業工作人員提供歷史的興趣，因為現代工業是向着使用各種單獨電力驅動和多電動機驅動的方向發展的，在農業方面，在手工業作坊，牧場的作飼料車間，磨坊和磚瓦廠裡，有時還可以見到分組電力驅動。

§ 2. 單獨電力驅動

一部機器或一個工作機構 受其本身所有的電動機驅動，則這種電力驅動，一般都叫做單獨電力驅動。

普通單獨電力驅動 普通單獨電力驅動是這樣一種電力驅動，其中通用式的電動機與工作機械分開安裝，或單純只是機械地附裝在其上，而不引起該機器的構造上的改變。

可以舉出旋臂鑽床上的原驅動作爲普通單獨電力驅動的例子。

這裡，主傳動軸及其傳動裝置已被廢除，但鑽床以及反向轉置則毫無改變。機床的操縱是機械式的，把皮帶從空轉皮帶輪上移到工作皮帶輪上，鑽床就開動，反之則停止，接合平行皮帶或交叉皮帶就可以改變旋轉方向，這種驅動比傳動式的略微減少了一些能的耗費，但仍保留着從發動機傳到鑽床和工具的複雜的傳動裝置，它們引起了很大的能的耗費。

還可以舉出附裝有電動機的選糧筒和牛乳分離器的電力驅動作為普通單獨電力驅動的例子。（圖 10 及 11）這些機器從前都是靠人力工作的，用具有皮帶傳動的電動機以代替人力就實現了電氣化，一個標準級的電動機附裝在機器的特殊的支桿上，而其中的整個傳動系統仍與人力驅動時一樣。

不難看出，這一電力驅動的構造雖然優於圖 9 所示的構造但仍然還不够完善，例如在牛乳分離器的多螺紋機構中，電動機的特點高速——並未被利用。由於分離器中人力傳動系統並未改變，所以在開始時，就得把分離器的皮帶輪的轉速降低到 400—450 轉/分，然後利用裝在機體內的齒輪和蝸桿傳動機構，把分離器主軸的轉速提高到 6,000—10,000 轉/分。

在新設計的分離器中，這些不便之處，都已經考慮到了。動力直接從法蘭盤式高速電動機的皮帶輪上，經過皮帶而傳到分離器的主軸。

普通單獨電力驅動是大多數從人力、畜力、機械力驅動改變為用電力的農業機械電力驅動的初步階級(脫穀機、切牧草機、碎豆餅機、壓力機、運輸帶、卸貨機、清糧機等等)，應該指出，大多數這一類電驅動，都是用皮帶的。

普通單獨電力驅動不能發揮電動機所賦有的優越性，但即使在這種形式中，它在提高農業勞動生產率方面，已經起着很大的作用了(在作飼料、電力脫穀、莊園內部的運轉方面)，電動機在不便於或不利於使用拖拉機及其他發動機的部門(作飼料車間，電機擠乳，通風，自動化供水等等)廣泛地使用，大大地擴展了農業生產機械化的領域。

電動機的這些寶貴性能，如：可在很大的範圍內調整速度，構造的堅實緊密，供能簡便等，使我們可以用各種方法使電動機與工作機械更為親近，把電動機和工作機械聯合成為一個結構的整體，這種結合可以在某些場合，減少中間傳動裝置的件數，有時甚至完全擺脫了它們。並且，在這種情況之下工作機械就具有了很大的靈活性和機敏性，構造精簡了，與普通單獨電力驅動相比，效率也提高了。

這一切，都表現在個體電力驅動的使用中。

個體電力驅動 個體電力驅動就是特別裝設在一部機器上並引起該機器的構造上的改變的單獨電力驅動。

個體電力驅動的形式與種類是極其多種多樣的，但就其中的傳動機構——驅動的基本部件——的作用而言，個體電力驅動可分為兩種根本上不同的類型。

a) 普通個體電力驅動；

б) 特殊個體電力驅動。

普通個體電力驅動，普通個體電力驅動是這樣一種電力驅動，其中的電動機與工作機械緊密地結合着，但保留着二者之間的機械傳動(柔軟聯繫、齒輪、曲軸、連桿、離合器等)。

下面舉出幾個普通個體電力驅動的例子。

圖 12 是一個具有普通個體電力驅動的主軸銑床，其中所用的電動機是一個附裝在工作機械上的法蘭盤式電動機。在這種情況下電動機與銑床是互相配合的。

圖 13 是一個有普通個體電力驅動的牛乳分離器，在這裡，電動機傳動系統與機器都被聯合在一個共同的結構之內，分離器的機架被用來作為電動機體。

圖 14 是一個具有普通個體電力驅動的軸承機。

圖 15 是一個具有普通個體電力驅動的研磨砂輪。為了減輕整個結構的重量，在本機器中採用了一個附有減速裝置的高速電動機。

應該指出，普通個體電力驅動的形狀也是多種多樣的。它們從比較不完善的初級形式(有時很難與單獨電力驅動分別開)，逐漸發展到比較完善的，電動機與工作機械之間的聯繫愈益親密的形式。

可以舉出剪羊毛機器的電力驅動的變化作為普通個體電力驅動發展的例子。

圖 16 示此機器，其中電動機的運動由軟軸傳到剪毛裝置，此處所示之電力驅動可以列為普通個體電力驅動，因為它是一個具有懸掛式電動機和軟軸的，構造特殊的電氣化生產機組。

圖 17 所示仍為同一具有普通個體電力驅動的剪羊毛機器，但其所用的電動機是造在剪毛裝置的手柄內，十分明顯。在這一形式中，普通個體電力驅動達到了較為完善的程度，自而在生產方面具有很大的優越性，而且大大地節約了金屬。

具有軟軸的剪羊毛機器要求必要的懸臂裝置，以便吊掛電動機，這在田間條件下，並不是經常便利的，軟軸不長時具有較大的剛性，具有軟軸的剪羊毛機中所傳來動力的反作用力，為工人的手所承

受，這一切都使勞動生產率降低（手很疲勞，剪毛機從手中滑落，破損，停車等）。電動機裝在手柄內的剪羊毛機器，具有無可比擬地較大的靈活性，因為它是用相當長的柔軟輕巧的導線與電路相連的。此外，爲了減輕電動機裝在手柄中的羊毛剪的重量，採用了通風式的高速電動機，例如交流滑環式的，轉速每分鐘二萬二千到二萬七千轉，用齒輪減低到每分鐘一千五到一千一百八十轉。在這些條件之下整個剪毛機組的重量爲 1.57 公斤，而在具有軟軸的懸掛電動機的情況下，總重量則爲 16.22 公斤。

特殊個體電力驅動 特殊個體電力驅動是這樣一種驅動，其中完全沒有機械傳動裝置，而電動機的個別部件（軸、轉子）與工作機構有機地合爲一體，在個別情況下並具有工作機件的功能。

以下舉出幾個具有特殊個體電力驅動的機器作爲例子。

首先可以舉出電鑽及一些其他的電動工具，在木工用的電鑽中，固定在夾頭內的鑽頭就是電動機軸直接延長出來的一段。

電動紡錘，電動研磨砂輪，電動鼓風機及某種電動離心機也是按照電鑽類似的道理做成的。

在電動鼓風機中，風扇葉片是直接固定在電動機軸的延長部分上的。

在電動研磨砂輪中（圖 18），採用了一個感應電動機，在它的外轉子上套上砂輪 1，這個電動機的定子 2 是在轉子的圈中。

技術科學碩士阿·弗·格列賓尼克型的電動粉碎機，可以做爲一個特殊個體電力驅動的極好的例子（圖 19 及 20）。在這裡，外部轉子就作爲滾筒，其上安裝用來打碎加工器的支桿 2。還可以舉出工程師帕·阿·福列得金型的具有弧形定子的電動梳毛機，和用在壓延機的滾子傳動帶上的電動機——滾柱，在這裡，金屬沿之而移動的部件 1，就是感應電動機的外轉子，而部件 2，是定子。

正如所見，在這些電力驅動中，電動機與工作機械有機地融合爲一個整體，完全不用機械傳動，電磁作用力，直接加在工作機構上，結果就減輕並簡化了整個生產機組的構造，提高了效率，降低了管理費用，展開了極其廣闊的採用自動化操縱的可能。

應該指出這一情況，即：在特殊個體電力驅動中，電動機的作用，甚至表示在機器的名稱本身中。具有特殊個體電力驅動的機器，照例都有一個帶有“電動”這個字頭的名字，例如：電鑽，電動紡錘，電動粉碎機，電動梳毛機，電動研磨砂輪等。

§ 3. 多電動機電驅動

在複雜機器的內部，從一個動力中心，把能用機構分送到各部件，則必定會在齒輪，皮帶或其他傳動機構中損失大量的能，有時甚至是不可能的。

因此，在實踐中就出現了多電動機電力驅動，在這種驅動的情況下，複雜機床或機器上的各個獨立的工作部件，都配備了獨立的電動機。

在這種結構中，就可以容易地實現對獨立部件的工作的自動化操縱，並使工人從沉重的輔助操作中解脫出來，從而多倍地提高勞動生產率，裝置個別的電動機以驅動獨立的工作機構，照例在複雜機器中使其構造及傳動圖大爲簡化。

普通多電動機電力驅動 普通多電動機電力驅動是這樣一種電力驅動，在這種驅動的情況下，複雜機床或機器的各獨立工作部件配備有獨立的與工作部件分開或單純機械地附裝在其上的電動機，不引起任何機器構造上的改變，這是多電動機驅動的初步階段。

在機器拖拉機修理場中，實有的普通多電動機驅動是用在曲軸磨床 3H-42 上（圖 22），磨床具

有普通構造的驅動砂輪的電動機 1 和驅動呷筒和固定被磨曲軸的夾頭的電動機 2。

近來，複雜脫穀機 MK-1100 也配備了普通多電動機電力驅動，在此脫穀機中，獨立的電動機驅動 1) 滾筒及分離裝置，2) 喂網帶和 3) 鼓風式碎蘖運輸器。

脫穀場上如有電能，則可利用電動機將全部與脫穀有關的工作機械化，爲了將穀粒的運輸（從脫穀機到進一步的清選以及入倉）和稻草的運輸（運往草堆）機械化，在風扇及電動絞盤處裝置獨立的電動機，這樣，脫穀流水作業線上的工人人數便從 30-32 人縮減爲 14-15 人，並且騰出 5-6 匹一般用來收集蘖桿的馬和 1-2 匹拖馬拖式集草起來拖開碎蘖的馬。

用獨立的電動機來驅動機器式工作部件，能在開動電動機時，大大地減輕變壓器的負荷。因此，便能廣泛地運用鼠籠式感應電動機來脫穀（關於這種電動機的優越性，以後再研究）並將使變壓站的功率數減至最低限度。

流水線上各電動機的總額定功率爲 23-23.5 千瓦時變壓器的總功率僅爲 30 千伏安。

個體多電動機電力驅動。多電動機電驅動的第三階段是個體多電動機電力驅動。

個體多電動機電力驅動。是這樣一種電力驅動，其中各獨立的電動機直接與工作機構聯結在一起，並在工作機械中引起相當大的構造上的改變。

個體多電動機電力驅動在特種機床及聯動機床組中的廣泛應用，是一切現代化工業，尤其是金屬加工工業的特徵。

聯動多電動機電力驅動。現代電力驅動發展的最高階段是聯動多電動機電力驅動，在這種驅動的情況下，整個一套電動機及工作機械協調地動作，完成複雜的生產操作。

這種電力驅動，在造紙，紡織，現代化印刷廠以及很多生產單位中得到廣泛的運用。

§ 4. 電力驅動分類簡圖

以上所述各種電力驅動的類型，均以簡明形式，列於如電力驅動分類簡圖（圖 23）。

§ 5. 單獨驅動之優越性與缺點 （與分組驅動相比較）

在本章之結語中，我們將論及單獨驅動之重要優點與缺點（與分組驅動相比較）。

優點如下：

1) 單獨驅動與分組驅動相比，其所損失之能大爲減少。

在單獨驅動的情況下，只有當生產需要時，才啓動電動機；而在分組驅動的情況下，傳動裝置時刻不停地在運動，雖然只需要一架機床工作，這就使大量的能消耗在傳動裝置的空轉上。

2) 單獨驅動只要求輕型的廠房，這就降低了建築費用，在單獨驅動的情況下，就沒有必要特別裝置那些用來配置和固定各種能夠承受很大的靜與動載荷的累贅沉重的傳動機構和反轉機構的機架。

然而，和分組驅動相比，單獨驅動的決定性的優點，還不是表示在動力指數和基建耗費（建築費用，購買設備等）方面，主要的是表現在勞動生產率的增長、成本的降低、產品質量提高和勞動條件的改善等方面的生產上的優點，這些優點才是具有決定意義的。

3) 改用單用電動機驅動，就能改善機床和機械的速度性能，提高所出產品的質與量。

4) 正，反行程中速度的自動變換，例如在鉤床上及在某些工作中（例如在平面車床與立式搪床