

農業电气化讲义

(第二分册)

农业电力驱动

东北农学院农机系电工教研组

一九五八年四月

前 言

本讲义是“农业电气化”中的一部分。目前农业电气化问题在我国才开始，在国营农场和广大农村中电气化问题已在逐步开始，然后在这方面的人材很少，因此对农业机械化的学生加强电气化知识的学习是完全必要的。

本讲义译自苏联 Г. И. 那桑洛夫 (Назаров) 所著的“农业电力驱动”而作为“电能农业中应用”课程的教材。绪论、第一章和第二章由朱思九同志所译。第三章和第四章由常庸同志所译。第五章至第十五章由吴承祜同志所译。

东北农学院农机系电工学教研组

1958 年 2 月 21 日

目 录

前 言

緒 論

第一章 工业与农业电力驱动的发展	3
------------------	---

第二章 电力驱动系统及其一般的特性	9
-------------------	---

§ 1. 傳導式电力驱动	10
§ 2. 单独电力驱动	11
§ 3. 多电动机电力驱动	15
§ 4. 电力驱动的分类簡圖	16
§ 5. 单独驱动与分組式驱动相比的优点和缺点	16

第三章 电动机机械特性的分析	18
----------------	----

§ 1. 額定值	18
§ 2. 並激电动机	19
§ 3. 串激电动机	23
§ 4. 复激电动机	26
§ 5. 直流电动机旋轉方向的改变	27
§ 6. 三相鼠籠轉子式感应电动机	27
§ 7. 具有变阻器起动的感应电动机	32
§ 8. 双鼠籠式和深槽式感应电动机	33
§ 9. 感应电动机的調速和換向	35
§10. 單相感应电动机	36
§11. 电容器單相电动机	37
§12. 同步电动机	39

第四章 电动机的制动，接通和切断	42
------------------	----

§ 1. 再生制动	42
§ 2. 外接电阻制动	44
§ 3. 反接制动	44
§ 4. 用电操縱的机械制动	45
§ 5. 直流电动机和交流电动机的接通和切断	46

第五章 电动机的功率和发热情况	48
-----------------	----

§ 1. 电动机的發热和冷却的方程式	50
§ 2. 在各种不同負載下的电动机的發热	55
§ 3. 影响电动机功率的主要構造因素	56
§ 4. 周圍介質的温度对电动机功率的影响	57

第六章 按运用情况, 工作机械的负载特性和电动机的分类	59
第七章 电力驱动的动力学	61
第八章 在各不同工作情况下驱动电动机所需功率之决定	67
§ 1. 长期不变负载	67
§ 2. 长期变动负载	80
§ 3. 短期运用电动机功率的决定	84
§ 4. 重复短期运用的负载	85
§ 5. 分组驱动电动机功率之决定	91
§ 6. 按照标准资料电动机功率的决定	98
第九章 变阻器的选择	105
§ 1. 激磁变阻器	105
§ 2. 起动变阻器	105
§ 3. 起动调节变阻器	108
第十章 电动机的非自动控制设备和简图	109
§ 1. 刀闸和切换开关	109
§ 2. 电动机箱	110
§ 3. 平板型开关	110
§ 4. 鼓形切换开关	111
§ 5. 油起动器和倒顺开关	114
§ 6. 磁极切换开关	117
第十一章 电动机的自动保护	117
§ 1. 保险器	118
§ 2. 热继电器	120
第十二章 电动机自动控制设备和线路图	121
§ 1. 接触器	121
§ 2. 自动控制线路图中的符号	123
§ 3. 自动控制线路图	124
第十三章 电动机的功率和型式以及整个电力驱动的选择	129
§ 1. 根据了负载的特性, 电动机的选择和它的功率的检验	129
§ 2. 电动机电流和电压之值的选择	130
§ 3. 电动机的选择考虑到小功率供电电源的影响	132
§ 4. 电动机转速的选择	137
§ 5. 电动机按构造的选择	139
§ 6. 电动机和电力驱动的几个特殊型式	142

第十四章 电力装备中的功率因数及其改善方法	147
§ 1. 低的功率因数是毫無用处的	148
§ 2. 感应电动机功率因数降低的因素	150
§ 3. 低功率因数的电动机	151
§ 4. 运用条件所影响因数的降低	152
§ 5. 改善功率因数的方法	152
第十五章 电动机的安装及其操作条件	156
§ 1. 电动机的安装	156
§ 2. 电动机第一次起动前的准备	158
§ 3. 电动机的一般操作規則	159
§ 4. 电动机中的故障及其消除方法	160
§ 5. 电动机管理时的安全量度	162
附 錄	163

緒 言

电力驱动成为一門科学，这是比較不久前的事（自 1921—1922 年）。

這一門新的学科是苏联的学者們創造的。在我國（指苏联——譯者註）应工業運輸及農業各部門的需要，在研究电力驅動的理論、計算和設計結構方面，進行了大量有价值的理論、實驗和生產上的工作。以电力驅動為題，寫了好几十篇學位論文，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，還沒有一部關於电力驅動一般理論的創作的時候，在我們苏联已經出現了關於這一問題的基本手冊和專門書籍。在這方面的著作當中，應該特別指出 С. А. 林开維奇（Ринкевича）教授在 1925 年所著關於电力驅動的第一本教科書以及 М. Г. 叶甫林諾夫（Евреинов）院士，В. К. 波波夫（Повов），Р. Л. 阿隆諾夫（Аронов），С. А. 泊列士（Пресс），А. Т. 哥罗方（Голован），В. Б. 烏曼斯基（Уманский），А. Я. 斯洛尼姆（Слоним）等教授所作的工作，奠定了苏联的电力驅動學派。

苏联關於电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会主义革命之后創造了極其有利於這一電工技術部分發展的条件。

偉大的列寧國家电气化計劃（俄罗斯國家电气化計劃），在恢复期間內的任務以及後來龐大的斯大林五年計劃的實行，使电动机在國民經濟各部門中的作用和意义提到了空前的高度。社会主义的生產實踐，要求制訂出电力驅動的籌劃，計算及設計的科學依据。在苏联政府及布尔什維克黨的經常关怀下，苏联的學者、工程師及技師們，逐漸勝利解決了擺在他們面前的各種任務。

慎密的試驗研究和深刻的理論綜合是与千百个第一流的电气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电力驅動系統。

从苏联各企業所裝置的許多傑出的电力驅動中，可以自豪地指出下面這些例子：譬如：大型輾压机、礦山升降機、造紙機、排字機、莫斯科运河抽水機等的电力驅動裝置以及世界上最好的熔礦爐加料系統的电力驅動裝置等等。

在苏联电力驅動理論與實踐發展的高度水平，使大批特殊的电力驅動裝置得以順利地設計成功。

農業电力驅動在很多方面是一門專門的和非常特殊的电力驅動部門。

農業电力驅動的特点是：所驅動的機器種類極其繁多，機械能需要着分散，工作的季節性以及很多機器上的电气及機械裝置的利用系数低。此外，農業中小容量的電站和變電站，對於解決一系列有關合理地選擇电力驅動的問題也有影响。

在苏联，1923 年开始科學地研究農業电力驅動的各種問題，並开始講授這一門新的学科，當時是在莫斯科羅蒙諾索夫學院以及設有農業电气化科的列寧格勒工学院成立了農業工程系。到目前為止，已經完成了很多試驗各種电力驅動的工作，如脫谷機組、清糶機作飼料的機器、電動耕地機、集體農莊副業企業的機床、機器拖拉機站和機器拖拉機修理廠的機床等。

在現有的農業機械上採用合理化的电力驅動的研究工作逐步發展了，並且製造了獨創的農業用的电力驅動，例如：А. И. 拉夫連捷夫（Лаврентьев）的自動抽水器，В. А. 皮查克（Пичак），П. Н. 李斯托夫（Листов），В. Г. 斯杰三柯（Стеценко）的电气拖拉機，А. Ф. 格列賽尼柯夫（Гребеников）的設有單獨电力驅動的電動粉碎機以及 Л. Я. 齊維揚（Цивьян）的移動式可調節的电力驅動。

1933 年，系統的敘述農業电力驅動問題的企圖第一次實現了。這就是莫斯科農業电气化與機械化學院電在農業中應用教研組的集體著作“農業电气化”（該書）由 М. Г. 叶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“農業电力驅動”課程用的現行教科書。

“農業電力驅動”課程的研究對象是電動機，把它和工作機械及生產技術密切地聯結在一起加以研究。

這一聯結概述如下：

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。

電動機既是代替其它類型的原動機，也要對工作機械提出自己的特別要求與一切必要的前提，以便為了使生產有利，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依賴最明顯的是電力驅動控制線路圖的選擇。這些線路圖主要發展趨勢是：要求或多或少在控制線路圖中引入自動化的因素，以便在技術過程進行中自動控制電機的意圖愈來愈多（如接觸繼電器控制，電子和離子儀器，光電管等）。

因此，農業電力驅動課程的目的是向學生講解：

1) 從所發生的轉矩，可調整性，過載能力，功率因數（交流電機），制動特性等觀點出發來研究直流電動機和交流電動機的電氣機械特性；

2) 根據負載圖所表明的發熱狀況，電力驅動的動力學，起動困難程度，加速時間以及其它指標來確定電動機功率和選擇電動機型式的方法；

3) 電動機的控制線路圖（包括最簡單的自動化線路圖）；

4) 控制和保護電動機的設備種類以及應用這種設備的條件。

研究電力驅動課程的方法是具體的。在我們國民經濟各部門中應用電動機的豐富實際經驗，經過科學的綜合，組成了本課程的理論部分。習題，實驗和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。

研究“農業電力驅動”這一課程可使在社會主義農業的工程技術人員掌握合理地選擇電力驅動類型，其安裝和使用的方法。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農業生產中的電力驅動的工作。

第一章 工业与农业电力驱动的发展

1822年，初次出现了用电流获得机械运动的企图，当时法拉第制成了几个可动的模型，模型上通了电流的导体能绕着磁铁旋转，反之，磁铁也会绕着通电流的导体旋转。

圖1示法拉第的电动机。其中 $N-S$ 是磁棒；3是盛着水银的环形容器；2是电池，4是用一个尖头支在磁铁上的导体。这个导体的两端放入水银内。如果合上开关1，则电流沿导体流过，由于与永久磁铁的磁场互相作用，支在尖头上的导体就开始旋转。

当时许多研究工作者还提出过类似的模型，但是因为它们所产生的作用力很小，所以没有什么实际意义。

发明家最初所提出的一些电动机，在构造形状和工作原理方面都受到了蒸气机的影响，所以在十九世纪三十年代出现了往复运动式构造的电动机。

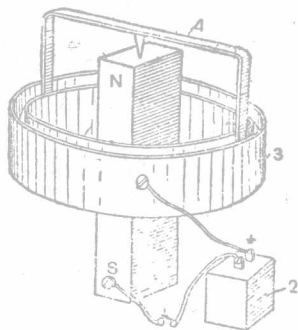


圖1 法拉第的电动机

在圖2所示的电动机上，受蒸气机的构造影响最明显。这个电动机起作用的部件是两个强力的线圈5和6，由电池交替地向它供电。由于这样，棒2和4也就交替地被吸入线圈并使框架1、3获得往复运动，往复运动又靠曲柄连杆机构变成飞轮的转动。

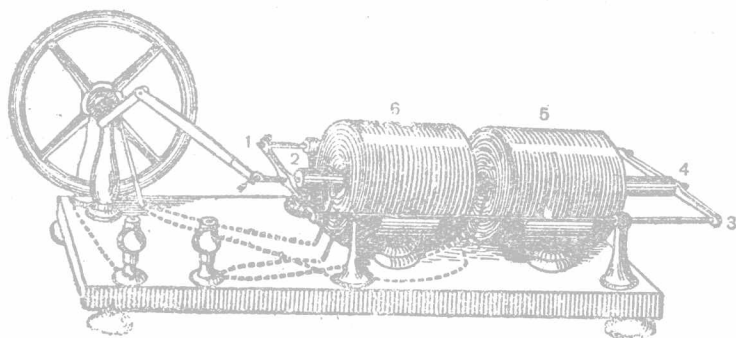


圖2 往复运动的电动机

线圈的交替供电，由一个装在飞轮轴上的专门的整流器自动进行。

1825年，俄国院士亞可比在其科学论文中否定了在电动机中应用往复运动的原理，同时描述了自己设计的有旋转运动的电动机。这一个电动机是由八个旋转的和八个不动的棒所组成（如图3）。动的棒在旋转时靠装在旋转轴上的整流器来改变极性，整流器是这样装置的：要使所有的动的棒与不动的棒在相对而遇时，始终向同一方向（旋转方向）推斥。这是第一个用于实际目的的电动机。

1833年，B. C. 亞可比院士在彼得堡用这一电动机实现了历史上第一次的电力驱动。电动机装在船上，驱动叶轮，推动小船以每小时2.5公里的速度沿涅瓦河上航行。这第一个电力驱动虽然由于构造不完善以及利用电池不经济（电池比人工贵二倍）而未能推广，但却起了巨大的作用，以本身的范例证明了在工业中用电流以获得机械运动的实际可能性。

第一个电动机模型的失败，使若干学者对于利用电作为动力这一思想也发生了怀疑。

在这种情况下，天才的思想家 K. 马克思在1850年所发表的关于电能的伟大前途和电动机革命性的作用的想法就显得更为英明。威廉李卜克内西（Вильгельм Лиекнехт）在他的马克思回

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卻正在準備一次新的革命。在上一世紀翻天覆地的蒸汽陛下統治已經結束了，而代替它的將是無比地更為革命的力量——電火化”^①

歷史証實了馬克思的英明預見。

要廣泛地在實際上使用電力驅動，只要創造出更完善的電動機和更完善的獲得電能的方法。這在十九世紀末也被實現了。

三相感應電動機的發明是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榮譽是屬於俄國工程師多利奧—多勃羅沃利斯基。他在1891年就設計了一種電動機，其主要特點至今仍然沒有什麼改變。

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，它得到了優先於其它電動機的廣泛應用。

感應電動機的發明（在電能變壓原理發現之後）有力地推動了工業、運輸業和農業電氣化的發展。

起初，在工業中採用電動機單純是為了代替其它以前所採用的機械原動機（蒸汽機，水輪機和內燃機）。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. 按工藝過程進行的要求，在一個工作單位，在任何地點內可獲得最廣範圍內的功率——從千分之凡瓦到幾萬瓩。

可以舉出下列一些例子：а) 用以驅動電鐘機械的同步反應式電動機，其功率為 0.000003 瓩；б) 用於鐘表工廠中某些工具上的整流子式電動機，功率為 0.0007 瓩，每分鐘轉數為 30000 轉至 40000 轉，以及 в) 用在工業上的電力驅動的電動機功率達 11000 瓩和船舶用電動機功率為 42000 瓩。

2. 可以獲得最廣範圍的速度，從任意小的轉速到任意大的轉速（如某些廣告用的電動機，一小時轉一轉，在工程師福列得金（Фридкин）所設計供磨煤球形磨用的無減速裝置電力驅動系統中每分鐘 28 轉，在超級离心机及電氣紡織中，可達 100000 轉或更多）。

3. 轉數的調節範圍寬和平緩（在某些整流子式電動機中，其調節完全用電的方法來進行的，其範圍為 1:15）。

4. 起動，停車和反轉簡便（某些自動金屬切削機床要求每小時開閉 3000—4000 次）以及有無限的自動化控制的可能性。

5. 電動機對特殊要求的工作機械緊湊和可以適應（用法蘭盤式小軸聯接，造在工作機械內部或附造在其上）。可以舉出所謂“鉛筆式”電動機為例，以說明電動機對於其工作地點的情況的極大適

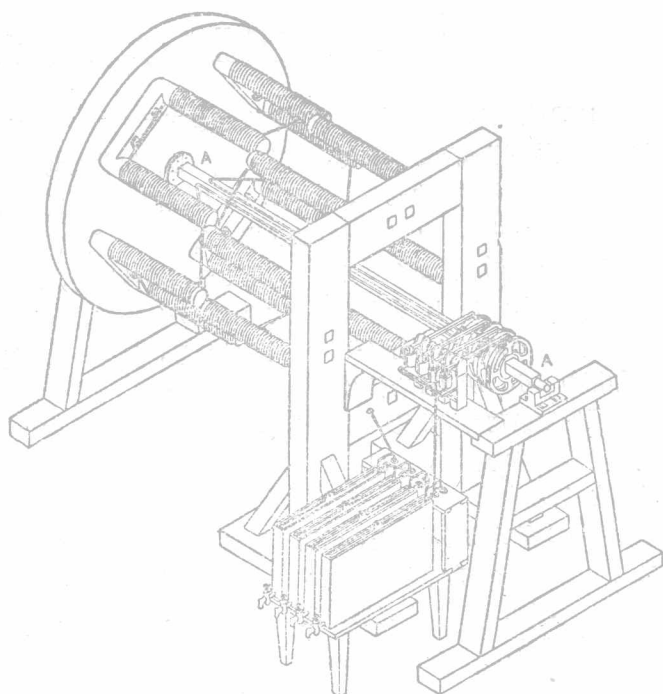


圖 3 亞可比的電動機

① K. 馬克思文選（B. 李卜克內西著關於馬克思回憶錄），第一章，76 頁。

應性，這種電機用於石油井的唧筒內。電動機功率為 71 瓩，其形狀如一長圓柱，直徑約為 20 厘米，而軸間長度約為 6 米。

6. 過載能力高和速度均勻無波動。
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，電動機成為推動各技術部門的有力工具。

電力驅動是沿着這一路線發展的，即：使電動機與工作機械緊密地配合，並擺脫了複雜累贅的傳動裝置，這種裝置把工藝過程中個別操作束縛在它安裝的地方。

在現代，電動機正滲入工作機械本身結構中，並承擔了個別機構的作用（壓延機中的滾子電動機，工程師福列得金的電動機梳毛機中具有扇形定子的電動機，技術科學候補博士格列賓尼克（Гребенников）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控制輕易簡單，當在強大的機組中為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化和半自動化的控制。

用簡單地按一下電鈕的方法來控制遠距離的電動機（遠程操縱）以及在冶金工業，金屬加工工業中較早採用的隨工藝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中。

在工業中採用的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動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規定：

“保證在工業中廣泛地採用單個自動化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電的萌芽如何估計的。

大家也都知道列寧的天才的公式：

“共產主義是蘇維埃政權加上全國電氣化”^①。

列寧始終強調電氣化在農業中的特別重大的意義。還在前一世紀末，他就寫過：

“我們將不詳細討論農業中採用電工技術會表示（一部分已經表示出了）大規模生產有怎樣巨大的勝利——這種情況是太明顯了，以致不值得去堅持主張了”^②。

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”。^③

① В. И. 列寧選集，第十六章，46 頁，俄文第三版。

② В. И. 列寧選集，“土地問題和馬克思的批評”，第五章，127 頁，俄文第四版。

③ В. И. 列寧選集，第二十六章，310 頁，俄文第三版。

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，席卷一切的集體化浪潮就必然要來到……”^①。

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，關於這一點，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”^②。

真因為如此，蘇聯國民經濟電氣化的問題，在整個斯大林五年計劃中，受到了很大的關注。

在沙皇的俄國，全部發電站的功率是 110 萬瓩，而在蘇聯，在偉大的衛國戰爭之前，已經達到了 1100 萬瓩而發電量則為每年 480 億瓩小時。

德國法西斯匪徒背信棄義的侵略，給蘇聯的電氣事業中帶來了嚴重的損失（被毀發電站的總功率是 300 萬瓩），但並沒有能夠使發電站的建設停頓。

在 1941 年到 1944 年的時間內，在烏拉爾，庫茲巴斯，塔什干，庫依貝舍夫以及其它地區，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為 160 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。規定中說：

“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它各部門的恢復與發展。確定 1950 年的發電量要比 1940 年超過 70%。

完全恢復遭受侵略區域內的發電站和在五年計劃期間使全部發電站投入生產的發電能力共增加 1170 萬瓩，以期於 1950 年時發電站的規定功率達到 2240 萬瓩”。

蘇聯電氣化的這樣發展，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，決定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 878,000 瓩的計劃，與國家的區和市的巨型發電站電力網聯接的，尚不計算在內。

如果計入 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 200 萬瓩。為對比起見，應該指出，在 1913 年時，農村中發電設備的總功率尚不足 2000 瓩。

農村中具有如此發電能力，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 107700 個已有電力的集體農莊外，尚預定要將 38500 個集體農莊電氣化。除此之外，有 4300 個機器拖拉機站，區間大修場及發動機修理工場，514 個國營農場，蘇聯農業部農業實驗選種站也要電氣化。

有了這些數字，到斯大林戰後五年計劃末，電力驅動在農業生產中的作用必將大大的提高。

根據農業電氣化管理局的訂貨單，電氣工業必須五年期內製造幾十萬部總功率為 200 萬瓩的各類電動機以供農業之需。

① И. В. 斯大林選集，列寧主義問題，420 頁，俄文第六版。

② 同① 147 頁，俄文第九版。

电动机在農業生產中的应用將沿着怎样的道路發展呢？

政府 1948 年 5 月 29 日的決議，把農業电气化看作在國營農場、集体農庄和机器拖拉机站中提高劳动生產率為最重要的工具。因此它責成領導机关在制訂集体農庄、國營農場和机器拖拉机站的生產計劃時，首先要保證繁重劳动所需的電力，包括：机器拖拉机站的各工場的工作，脫谷、清糧分級、干燥、磨粉、灌溉、供水、作飼料、挤乳、剪羊毛以及農產品的加工等。

从动力观点和生產的观点看來，電力驅動在机器拖拉机修理場、机器拖拉机站的修理工場和國營農場中，与工業中一样，都是合理的驅動类型。因此，在大多数机器拖拉机修理場和机器拖拉机站的工場中，机床都用電力驅動工作的，而重建的典型机器拖拉机修理場則更是完全按使用電力驅動來設計的。

脫谷时使用电动机，可使脫谷流水作業中的主要过程全部机械化（將禾細喂入滾筒，滾筒及分离裝置的驅動，拖藥桿的絞盤和鼓風式碎藥运送器中風扇的驅動）。

在畜牧業中，供水、作飼料（驅動切牧草机、碎豆餅机、切塊根机、切草机等），挤乳、剪羊毛与通風等都正在進行着电气化。

实行了供水电气化，电动机可以在整个晝夜之中保證不斷地往農場供水，並易於实行根据水的需要而自动开闭电动机。用一些極其簡單便宜的設備和附件就可以实现自动化（在有压水塔时，採用浮漂式繼电器，在無水塔式供水时，則用压力繼电器）。在这些裝置中，电动机均有自动保护，防止过载，而在任何事故發生時則有信号，因此，管理自动抽水站並不需要常駐人員，从而大大地減低管理費用。

作飼料机器的電力驅動，可以大大提高生產率並減低作飼料的成本。

挤奶电气机械化的裝置，有制成固定式的（裝在畜欄上），也有制成移動式的（用在牧場上）。採用电气机械化挤奶，能大大提高劳动生產率（100%或更多），減低挤奶婦的疲勞，改善衛生条件，以保證生產更少被微生物傳染的牛乳。

电动剪羊毛机应用很廣，其增加劳动生產率約達兩倍，改善了劳动条件，提高剪毛工作質量，並使从每只羊身上剪下的毛增加 100—400 克。

除在上述列举的固定裝置採用电动机外，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义。

在農業中，非固定电动裝置主要的用於耕作过程的电气机械化方面。

目前，在耕作电气机械化方面确定三个主要的方向：1）利用絞盤和鋼纜牽引來实现耕作电气机械化。2）用电气拖拉机及裝有电动机的農業机械來实现耕作过程的电气机械化。3）在拖拉机的基礎上实现非固定的農業机械的电气化。

虽然在 1879 年已經進行过利用絞盤来实现电气耕地的初次試驗（塞尔曼茲 Сермез，法國），但电气耕地絞盤到目前为止並未得到任何顯著的推廣。

在我們苏联，电气耕地第一步試驗是在 1921 年組織的，大家都知道列寧是如何热烈地参加了这些試驗的組織工作，在莫斯科城效布惕爾斯基（Бутырском）農場進行电气耕地試驗時，列寧曾親自出席。

苏联曾經有過几种按鋼纜牽引的原理工作的电气耕地机組，其中構造最完善的是全苏農業电气化科學研究院（ВИЭСХ）所設計的用絞盤工作的机組（圖4）。

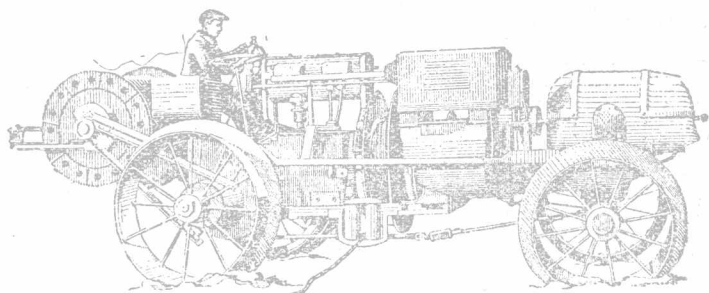


圖 4 电耕地絞車 (B-1)

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掛式農具的自動車輛）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工藝過程的要求自動控制其中各部件的工作。

第二章 電力驅動系統及其一般的特性

“任何一個發達完滿的機器，都是由三個本質上不同的部分組成的：原動機，傳動裝置（傳動機構）以及工作機構或工作機械本身”[●]。

在現代的書籍里，一般都把這種由原動機，傳動裝置和工作機械本身所組成的發達完滿的機器稱做機械結構或生產機械。

機器結構中的前兩個基本部分的任務是：驅動工作機械或工作機構。通常機械結構中的這兩個基本部分，即動力部分（原動機構或簡稱為原動機，具有或多或少的控制系統）和傳動部分（中間的傳動機構——軸、皮帶、皮帶輪、齒輪、凸輪等），一般總的概念為驅動。

隨著技術的發展，這一般的概念，驅動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。

確定驅動部分的各組和類型的最根本的特徵是機械能的來源的種類——原動機，原動機與工作機械間的聯系的性質以及驅動部分的控制系統。驅動部分的分解，過去和現在都正是按照這些特點進行的。

按原動機的種類，驅動可極明顯的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的分解，這種分解在用電動機驅動——電力驅動中，得到了尤為廣泛的發展。

什麼叫做電力驅動呢？

根據已經確定的驅動的一般概念：電力驅動是機械結構或生產機械的一部分，由電動機、控制設備以及電動機和工作機械間的傳動裝置所組成。

按照一個電動機所帶動機器的數目，或按照一個生產機械所使用的電動機的數目，電力驅動可分為：а) 傳動式的；б) 單獨驅動式的和 в) 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小組和種類。

傳動式驅動分為：а) 公用傳動式電力驅動和 б) 分組式電力驅動；單獨驅動式又分為：а) 簡單單獨驅動和 б) 個體電動機驅動；多電動機驅動分為：а) 簡單多電動機驅動，б) 個體多電動機驅動和 в) 聯動多電動機驅動。

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幾個機器。

在這種場合下，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扭架，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。這種電力驅動叫做移動式的，以資與固定式區別。

近來，由於自動化的廣泛發展，而把電力驅動分做自動化的與非自動化的。

按照滿足工藝過程的一定要求的電動機本身的特性，又引用了可調節的和不可調節的電力驅動的概念。

下面，研究一下電力驅動的基本類型。

● 馬克思著，資本論，第一章，301頁俄文版，1936年。

§1. 傳導式電力驅動

公用傳導式電力驅動。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導式電力驅動。

傳導式的機械驅動是公用傳導式電力驅動的始祖，這種驅動是蒸氣機作為發動機盛行時期的特征。

在小生產單位中利用蒸氣機產生機械能是不合算的，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，這種驅動遂運用而生。

在公用傳導式驅動情況下，機械能的生產集中在一個專門的動力車間內，由該處利用繩索傳動或皮帶傳動將機械能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里再用皮帶把運動傳到分組傳動裝置和單個的機器上去。

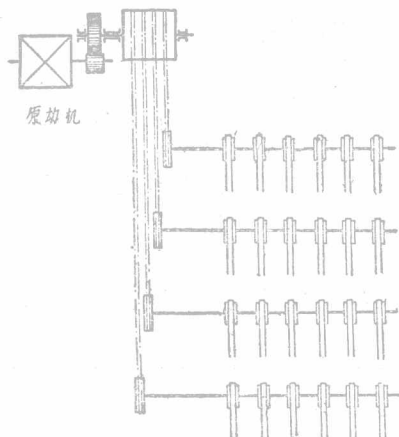


圖6 公共傳導式電力驅動

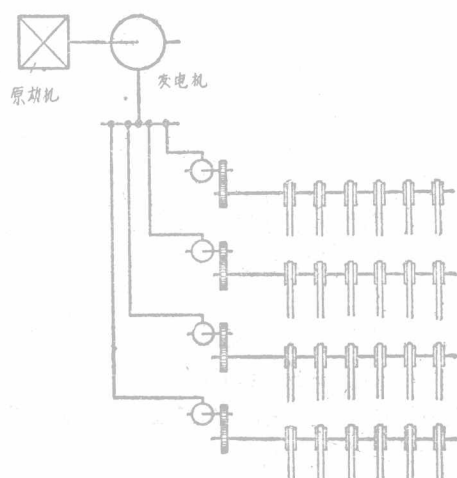


圖7 分組式電力驅動

分組式電力驅動。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式電力驅動。

與公用傳導式相比，分組式電力驅動（圖7和8）無疑地是進了一步，但它還沒有完全利用作為動力來源的電能所帶來的那些潛力。事實上，在分組式電力驅動中仍然保留着公用傳導式驅動的一切基本缺點。

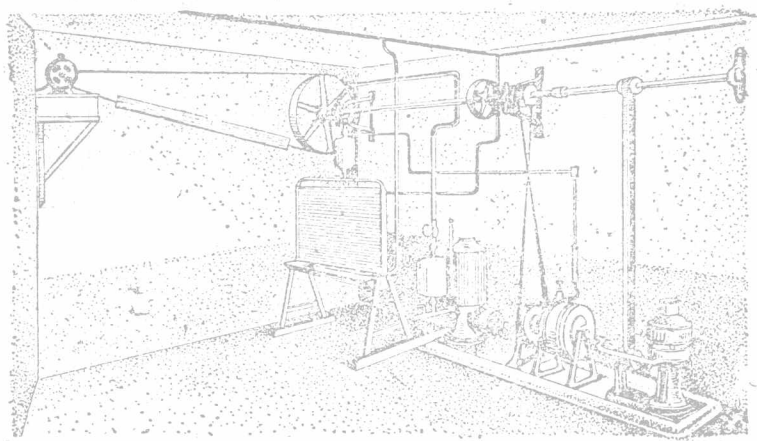


圖8 脫谷車間的分組式驅動

在現代，分組式電力驅動（更不用說公用傳導式驅動）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電力驅動的方嚮發展的。農業中，在手工業作坊，牧場的飼料車間，磨坊和磚瓦廠里，有時還可以見到分組式電力驅動。

§2. 單獨電力驅動

一部機器或一個工作機構，由本身的電動機驅動，這種電力驅動，一般稱做單獨電力驅動。

簡單單獨電力驅動。簡單單獨電力驅動是這樣的電力驅動，其中電動機與工作機械分開安裝或單獨只是機械地附裝在其上，而不引起該機器構造上的改變。

可以舉出旋臂鑽床（圖9）上的原始驅動作為簡單單獨電力驅動（具有中間軸的）的例子。這里主傳動軸和傳動裝置已被廢除，但鑽床和反向驅動則無改變。機床的控制是機械的。把皮帶從空轉皮帶輪移到工作皮帶輪上，機床就開動，反之則停止，接合平行皮帶或交叉皮帶就可以改變旋轉方嚮。這種驅動比傳動式的略微減少了一些能量的耗費，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量耗費。

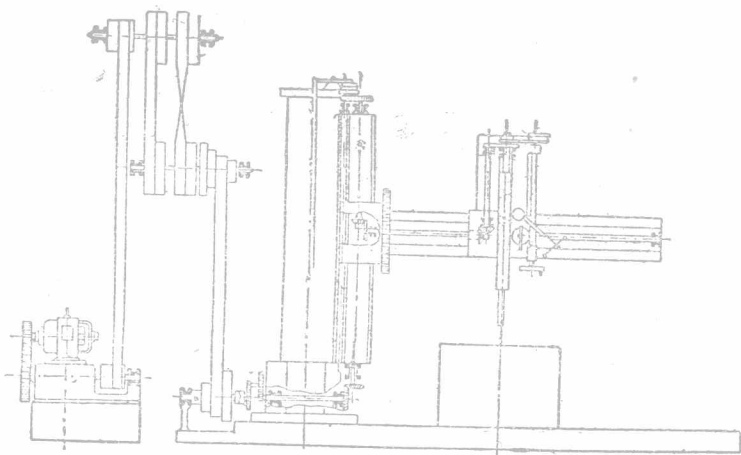


圖9 旋臂鑽床的簡單單獨電力驅動（具有中間軸的）

可以舉出裝有電動機的選糧筒和牛乳分離器的電力驅動作為簡單單獨驅動的例子（圖10和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。一個通常的

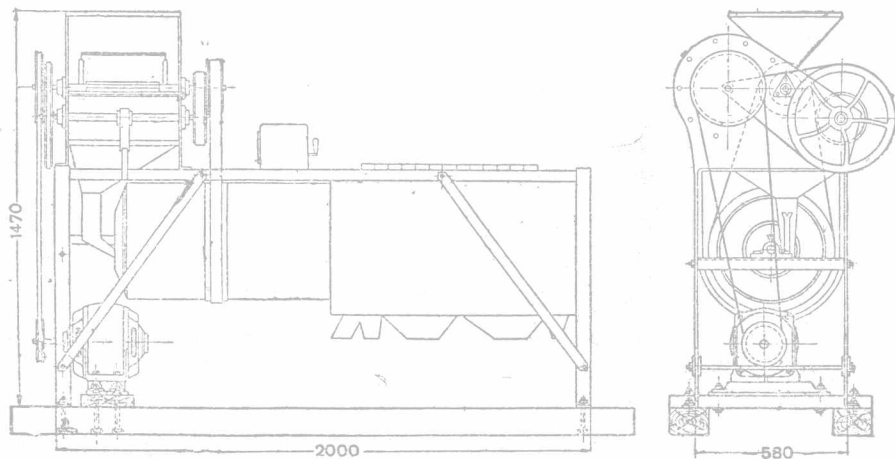


圖10 選糧筒的簡單單獨電力驅動

电动机是附裝在机器的特殊支桿上。而其中整个傳动系統仍与人力驱动时一样。

不难看出，这种电力驱动的構造虽然优於圖 9 所示的構造但仍然还不够完善。例如在牛乳分离器的多轉数的機構中，就没有利用电动机高速度的这种重要特性。由於分离器人力傳动系統並未改变，所以开始时就得把分离器的皮帶輪的轉速降低到 400—450 轉/分，然后利用裝在机体內的齒輪和蝸桿傳动机構，把分离器主軸的轉速提高到 6000—10000 轉/分。

在所設計的分離器中，这些不便之处都已經考慮到了，直接从法蘭盤式高速电动机的皮帶輪，經過皮帶而傳到分离器的主軸。

簡單單獨電力驱动大多数是从人力、畜力、机械力驱动改为用电力的農業机械电力驱动的初步阶段（如脫谷机、切牧草机、碎豆餅机、压力机、运输带、卸货机、清粮机等）。應該指出，大多数这一类电力驱动都是皮帶傳动的。

簡單單獨電力驱动不能發揮电动机所有的优越性。但即使在这种形式中，它在提高農業劳动生產力方面（在作飼料、电力脫谷、庄園内部的运输方面等）已經起了很大的作用。电动机在不便於或不利用於使用拖拉机及其它发动机的部門（作飼料車間、电机挤乳、通風、自动供水等）廣泛地使用，大大地發展了農業生產机械化的領域。

电动机的这些宝贵的性能，如廣寬范围的調速，構造的堅实和供能簡便等，我們竭力使电动机和工件机械更結合，把电动机和工作机械联合成为一个結構的整体。这种結合可以在某些場合下，減少中間傳动裝置的件数，有时甚至完全擺脫了它們，並且在这种情况下，工作机械就具有很大的灵活性和机械性。構造精簡了，与簡單單獨電力驱动相比，效率也提高了。

这一切，都表現在个体电力驱动的应用中。

个体电力驱动。个体电力驱动就是特別裝設在該工作机械上並引起該工作机械構造上改变的單獨电力驱动。

个体电力驱动的形式与种类是其多种多样的。但是按照在电力驱动中被称为驱动基本部件的傳动机構的作用而言，个体电力驱动可分两种不同的类型：

- a) 簡單个体电力驱动；
- b) 特殊个体电力驱动。

簡單个体电力驱动。簡單个体电力驱动是这样一种电力驱动，其中的电动机与工作机械緊密地結合着，但保留着二者之間的机械傳动（柔軟联系，齒輪、曲軸、連桿、离合器等）。

下面举出几个簡單个体电力驱动的例子。

圖 12 示一个具有簡單个体电力驱动的立式銑床，其中是用一个附裝在工作机械上的法蘭盤式电动机。在这种情况下，电动机与銑床是互相配合的。

圖 13 示一个具有簡單个体电力驱动的分離器。这里电动机傳动系統与机器都被联結在一个共同的結構之內。分离器的机架被用來作为电动机机体。

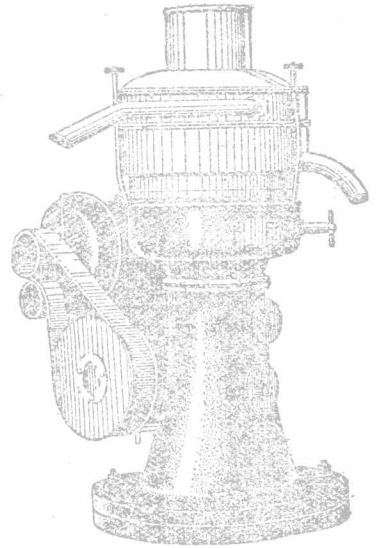


圖 11 牛乳分离器的簡單單獨电力驱动

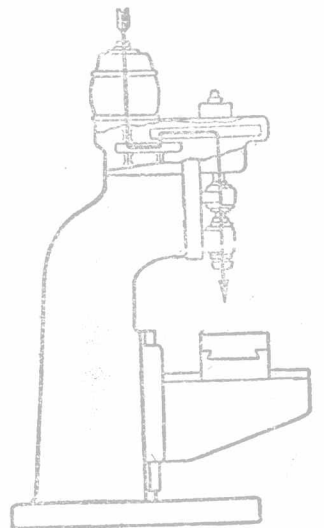


圖 12 立式銑床的簡單个体电力驱动