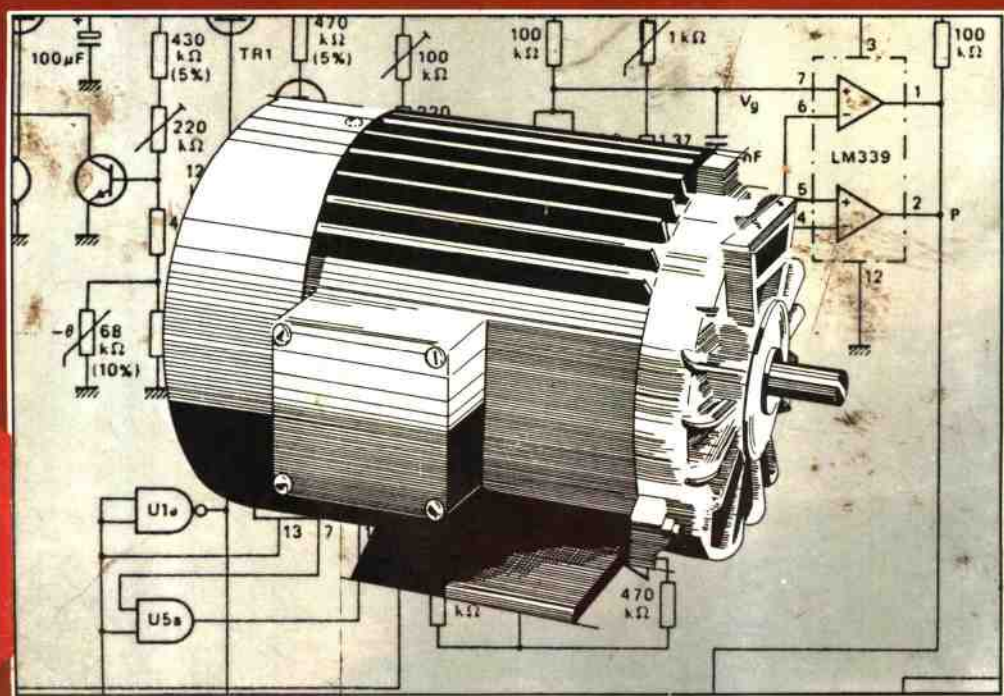


科技專輯之七

電動機與發電機

世界市場評估與國內發展現狀



行政院國家科學委員會科學技術資料中心

中華民國七十二年十一月

科技叢書之七

電動機與發電機

世界市場評估與國內發展現狀

李穎哲等譯

國內部份特稿

旋轉電機產品的今日明日 王百祿著

行政院國家科學委員會科學技術資料中心

中華民國七十二年十一月

電動機與發電機

世界市場評估與國內發展現狀

出版者：行政院國科會科學技術資料中心

發行人：劉仲凌

通訊處：台北市南港區研究院路2段

128號之1(115)

電話：7822183-5・7822173-5

劃撥帳號：100154

定價：新臺幣100元整

中華民國七十二年十一月出版

新聞局登記證局版台業字第2802號

序 言

電動機與發電機是工業的主要動力來源，隨著材料技術和控制技術的進步，電動機與發電機不論在性能和效率上都日新月異，有長足的進步。

由於國內工業自動化的需要，電動機的需求將非常迫切，尤其是精密度高之伺服馬達、步進馬達、高品質之控制用馬達及電子控制器等。爲了有助於國內電機工業界對國際市場和相關技術之瞭解，特選譯本書，期能對電機工業之發展有所助益。

本書國外部份資料主要來自Predicasts 公司之“ Motors and Generators ”；國內部份係由對國內市場及技術狀況有深入研究之工商時報科技記者王百祿先生，在百忙之中特爲撰著，特此申謝。

國科會科學技術資料中心

中華民國 72 年 11 月

目 錄

第一章	前 言	1
第二章	提 要	3
第三章	市場因素	6
第四章	工業結構	17
第五章	電動機與發電機的銷售類型	30
第六章	製造業市場	68
第七章	非製造業市場	82
第八章	台灣旋轉電機產品的今日、明日	88

第一章 前 言

本報告分析了“電動機”、“發電機”、“原動機組”(Prime Mover Sets)、“電動機發電機組”及“電動機的零配件”等產品的過去及未來市場。但“充電蓄電池用發電機”、“引擎的起動電動機”及“輪機型發電機”(Turbine Type Generators)等項目並不包括在內。

影響美國市場的重大因素，像“經濟活動力水平”、“技術上進展”、“高效率產品”(Energy Efficient Products)及“工業生產水平”等皆作詳細的討論。此外，亦提供了有關美國製造廠商出貨量(Shipments)的產品資料，及由國外與美國本地製造廠商等販賣到美國市場的主要產品資料。

本報告中對電動機與發電機的市場預測，是基於與各種主要工業產品間的關係而進行研究。貫穿於本研究的經濟指標(Economic Indicators)描述是取材於1982年一月份的“Predicasts No. 86”。

本調查所引用的資料是取自於“Predicasts Terminal System (PTS)”、“U. S. Census of Manufactures”，“Current Industrial Reports MA-36H”，“the Detailed Input Output Structure of U. S. Economy”、定期刊物(Publications)、特別研究(Special Studies)、年報(Annual Reports)、設備型錄(Equipment Catalogs)及與各製造廠或商業團體(如 NEMA*, AIIAM**)間的聯繫。

* NEMA = National Electrical Manufacturers Association

** AIIAM = Association of Home Appliance Manufacturers

雖然很多重要來源的內涵及意見被考慮進來，但呈現於此的預測及結論皆由“Predicats Research Group”所擔當。

第二章 提 要

自1967年以來，電動機與發電機的出貨量以每年8.2%增加，到1980年已迫近六十億美金。雖然在此期間內的實際成長是呈週期性變化，但每年的相互平均差值都低於1%。在景氣上揚時，其每年可以達到3~5%的實質成長。就過去的經驗視之，市場成長的主要驅動力量在於分數馬力電動機、原動機組及零配件等的增加。

到1995年止，電動機與發電機出貨量的實質成長率將可達到每年5%。如以目前的幣值來講，每年的成長將超過12%，而達到三百三十億美金。推動此成長的來源，大部份來自於對高價位且能夠節省能量的電動機之需求，及使用於家庭用品、工業用機器人及辦公室設備等分數馬力電動機之應用日增。此外，由於採礦設施、偏遠地區的石油天然氣探勘設備及逐漸增加的備用電源等應用，因此原動機組亦呈最快速的成長。至於電動發電機組，本來已大部份被低價位的電子式電流反向變換器 (Electronic Current Inverter) 所取代，但在1977年有復甦的趨勢，主要由於“鐵路電氣化” (Electric Railroad) 及“大量運輸 (Mass Transit) 設備”及電腦室”等需求所推動，此由於縱然有小電流及小頻率的變動，其電動發電機亦可消除之。總之，由於這些應用而使其能夠維持其成長。

如以電動機與發電機的價格指數度量之，到1995年止的每年通貨膨脹率希望能緩和在7%以下。但平均單位價格亦受同一產品中不

同型式的變化而受影響。

摘要表 1

項 目	1967	1980	1995	% Annual Growth	
				Historic	Projected
GNP (72 幣值為準, 十億美元)	1011	1481	2310	3.0	3.0
工業生產指數	100.0	147.1	254	3.0	3.7
72 \$/000 72 \$GNP	2.54	1.94	2.60	-2.1	2.0
百萬美元, 72 \$/指數點	25.7	19.5	23.6	-2.1	1.3
電動機與發電機出貨額 (百萬, 72 \$)	2573	2875	5996	.9	5.0
價格指數	83.6	208.0	557	7.3	6.8
電動機與發電機出貨額 (百萬, \$)	<u>2151</u>	<u>5981</u>	<u>33400</u>	8.2	12.1
分數馬力型	923	2556	14210	8.2	12.1
整數馬力型	646	1689	9270	7.7	12.0
原動機組	243	915	5420	10.7	12.6
電動機發電機組	67	79	455	1.3	12.4
其他型, 零配件	277	742	4045	8.0	12.0

對總出貨額中的淨輸出來講, 在 1967 年有 5 % 成長, 而在 1980 年有 9 % 成長。此由於出口一些高價位的產品組合 (像原動機組), 而進口品却是像分數馬力電動機類的低價位產品。因此, 如果以台數來度量彼此間商業交易, 則在電動機與發電機方面, 美國是一淨輸入國。又當有相互關係的國內工業逐漸復甦及進口產品逐漸擴大, 則在總出貨量中淨輸出量的所佔比率會稍微下跌。當然, 如果長時間內美元還是處於疲憊狀況, 則美國製造廠商的競爭地位會加強, 而此種縮小輸出平衡的趨勢將會大部份的消失。

到目前為止, 工業上的製造業仍是電動機與發電機的最大客戶。

在此範圍的大部份銷售對象仍是原設備製造業，尤其非電氣與電機機械製造業者。但是，未來具有最高成長的範圍是希望在儀器、控制及光學產品等方面。此外，程序控制 (Process Control) 及醫療測試儀器等亦對其成長有所助益。

在非製造業方面，電動機的購買可直接由製造廠商提供或由地方的經銷商取得。又在經濟方面，服務導向的情況愈來愈多，此促使電動機與發電機的銷售亦踏入“服務工業”(Service Industries)，且其在非製造業上有最快速的成長。在 1980 年其在非製造業市場的銷售額佔了 22 % 了。

電動機與發電機工業是高度集中的工業，主要集中在 4 箇集團，即 General Electric, Emerson Electric, Exxon (Reliance Electric) 及 Westinghouse；此 4 家大約佔了全美出貨量的 45 %。大約有 250 家廠商角逐此市場，但沒有一家能確實地控制此市場。此類工業亦具有非常高度的縱向整體性 (Vertical Integration)，在 1980 年總銷售額中約有 20 % 是訂購生產。

第三章 市場因素

通 論

電動機與發電機的銷售件數由 1967 年的一億六千二百萬件增加到 1977 年的二億九千六百萬件，但接着就滑落下去，在 1980 年減少了二百萬件。又在 1967 與 1972 年間的平均電動機價格亦下跌，此由於設計、材料及製程上的改善，此外產品型式 (Product Mix) 的變化亦有影響。但是，自 1970 年代中葉以來，由於材料及製造費用的快速增加，此使其平均費用亦增加，此情況會延續到 1995 年。又在所有電動機類別，此種費用的增加會繼續下去，其在 1995 年的平均單值到 50 美元，而在 1980 年僅 19 塊美元。

在 1980 年，所有電動機與發電機的銷售量中 78 % 是賣給製造業，而其中以“分數馬力組件”為最多，大概佔所有銷售件數的 97 %。在此所論的製造業中又以非電氣業為其主要對象，其在 1980 年約佔總銷售額的 78 %。往後，可預期此情況還會稍微地增加，到 1995 年可望達到 80 %，此因為就主要的設備工業來講，1980 年是暗淡的一年。

由過去的歷史來看，比起製造業，非製造業（採礦、服務及管理業等）的成長更加迅速。此主要由於經濟上服務業之成長增加及某些應用於消費性主要設備的電動機之需求減退，尤其最近這幾年來的情

況更加明顯。

到 1995 年止，製造業及非製造業市場的分配比例將會有小幅度的變動，但將可預期沒有很大的變動。對於國防經費的增加及經濟上服務業的迅速成長等因素來講，可望藉著重機械的恢復、石油工業及辦公室設備需求的成長而平衡之。

就淨輸出額 (Net Export) 來講，在 1967 年已超過一億美元，到

表 Ⅱ - 1
電動機與發電機出貨額與銷售額

	1967	1972	1977	1980	1985	1990	1995
GNP(以 72 年幣值為準，十億美元)	1011	1186	1372	1481	1740	2025	2310
\$ / 000 \$ GNP	2.55	2.02	2.17	1.94	2.16	2.39	2.60
電動機與發電機出貨額 (百萬美元，72 \$) 價格指數	2573	2397	2975	2875	3763	4845	5996
電動機與發電機出貨額 (百萬美元)	83.6	100.0	157.8	208.0	312	431	557
	2151	2397	4694	5981	11740	20880	33400
減少：淨輸出	104	115	294	522	950	1690	2860
電動機與發電機銷售額 (百萬美元)	2047	2282	4400	5459	1079	19190	30540
製造業市場	1641	1837	3434	4254	8560	15350	24360
非製造業市場	406	445	966	1205	2230	3840	6180
\$ / 組件	12.64	10.31	14.88	18.59	28	38	50
電動機與發電機銷售量 (百萬件)	162.0	221.3	295.6	293.6	385	501	615

1980 年其已佔了總出貨量的 9 %。此主要由於市場上較高價位的終端成品之迅速成長，例如原動機組及整數馬力 (IHP) 電動機與發電機等。而由另一面視之，即由國外競爭者所進口的東西，則是廣泛地應用於各產品的低價位之分數馬力組件。因此，就整體情況來看美國的電動機與發電機工業，其應是淨輸出的國家，但值得注意的是，這些市場上高價位的終端產品，外國競爭者的能力漸增。

自 1967 年以來，電動機與發電機的實質成長率呈一種循環的狀況，到 1995 年止，每年預期有 5 % 的成長，其比 GNP 的成長更迅速。此由於像探鑽 (Drilling) 業及採礦業等偏遠地區的電源供應之強烈需求、快速運輸費用的增加、辦公室設備市場的迅速成長及家用品市場的強勢成長等因素。其最後一項的需求是由娛樂產品所引導之，其縱然在經濟上衰退時其亦是迅速的增加。

技術的進展 (Technological Developments)

電動機與發電機的市場受其設計、構造及控制等技術的進展而受影響，此外新產品的發展亦影響之。其中，“電動機設計的標準化”促使產量更大且自動化設備更趨普遍，此可降低生產成本，並且為着配合自動化加工與組立而把材料及電動機設計皆加予變更。又當電動機的設計與結構改變時，可以藉其內較昂貴材料的含量減少或材質變更來降低成本，即把像金、銅、鋼及鐵等較昂貴材料減少或換以較便宜的材料，像鋁、塑膠或較低品質的鋼。但由另一面視之，由於材料及能量價格還是快速的增加，此就抵消了這些降低成本的因素，因此在所有產品目錄上其產品價格亦呈明顯地上升。

其次討論固態電子技術應用於電動機控制的發展，其在好幾方面

影響到電動機的市場；第 1，“電子電流反向變換器”(Electronic Current Inverter) 已大部份地取代電動發電機組，其可由交流電源取得取供應直流電動機的直流電源。由於在電動機與發電機的產品型錄中“電動發電機組”是最昂貴產品中的一種，因此就這銷售來講，其重要性的降低亦是造成銷售額減低的重大因素，但由於近年來，電腦中心的成長及大眾運輸 (Mass Transit) 的應用，電動發電機的銷售量漸有增加，由 1977 年 23,000 組增加到 1980 年的 31,000 組。第 2，由於像矽控整流器 (Silicon Controlled Rectifier, SCR) 類的固態開關之發展，此促使交流電動機亦可應用於很多可變速率的工業應用，而此領域本需利用較昂貴的直流電動機。最後，能源仍是繼續存在的老問題，此促使了工業界對高能量效率電動機之需求，而與一般標準型電動機相比較，此種高能量效率電動機的單價貴上 25 %，此有助於銷售額的增加，尤其對於低馬力額定值的“整數馬力電動機”(Integral Horsepower Motor) 的市場更是突出，此因為大電動機的效率高於小電動機。

此外，值得注意的是能夠隨着負載的變動而作經常性調整電動機到最佳特性的“電動機電子控制型”，其可以增加能量效率，但亦還不能達到所預期的功用，最有名的例子就是 Exxon 公司在 1979 年所發展的“交流電流合成器”(Alternating Current Synthesizer)，就是一失敗例，Exxon 公司嘗試製作一精巧且便宜的裝置，但在 1981 年終究放棄此計劃。

能源上考慮事項 (Energy Considerations)

自 1970 年代的初期以來，各種能源的價格上漲迅速，此對電動機與發電機的製造廠商來講，材料費用與製造成本亦隨之增加，而相

對地亦創造了較佳能量效率電動機的市場，在很多情況下利用設計技巧及材料變更等方式來降低材料成本與更易配合的自動化量產設備而降低製造成本，但此常會減低電動機的效率。在 1～100 匹馬力範圍內，比起新型電動機來講，古老設計的電動機具有較高的效率。因此，回到此種老式設計的廠商逐漸增加，即利用了較大的轉子，較多的銅及較高品質的鋼，此亦反應了使用者的要求。

1976 年聯邦能源委員會 (Federal Energy Administration or FEA) 宣佈了有關美國的電動機及能源消耗狀況。在此研究報告中顯示出美國的電力消耗中的 64 % 是用於電動機，且其中的 62 % 是應用於商業上及工業上。更進一步分析，1 到 125 馬力的多相感應電動機又佔其中最大的部份，即佔了所有電力消耗的 26 %。FEA 預估在 1990 年所計劃的電力需求中 5 % 可藉着使用高效率電動機而被節省之。因此，FEA 建議美國政府應“堅持”製造廠商需測試且標稱所有 1～125 馬力的電動機為高效率型。此報告亦建議採取一種強有力的政府措施來告示及教育使用者有關電動機及能源保藏之事。

在過去，高效率電動機的製造者常把其效率額定值 (Efficiency Rating) 與其他特性置於電動機銘牌上。但由於缺乏“額定電動機效率” (Rating Motor Efficiency) 的工業標準，此種標示方式常會造成一些混亂與困擾，因此，在 1980 年，國家電機製造聯合會 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 完成了標準化的測試過程，而在 1981 年提出“標稱格式” (Labelling Format)。雖然 NEMA 無權強迫廠商使用這些程序，但它提供了一種各廠商可以互推比較的共同準則。

由於電力價格呈計劃性的提昇，對於能夠減低電力消耗的電動機

及電動機控制裝置來講，其市場將可確保。除此之外，由於燃料短缺或不適當的發電容量所造電力中斷現象有漸增之危險，因此，供應電腦電源之用的電動發電機組及原動機發電機組之需求增加。又其他有關能源且影響電動機市場的發展，而在下列領域亦望有所增進，像公路，大量運輸及電動車的強烈需求。

限制性環境 (Regulatory Environment)

1975 年美國國會通過“能源政策及保存法案”(Energy Policy and Conservation Act, EPCA)，此法案除規定油量及燃氣保存之指導方針外，並指示聯邦能源局(Federal Energy Administration)〔能源局(the Department of Energy)的前身〕發展一自動自發的計劃，而用來改善家用用品的能量效率，主要是分數馬力電動機的終端用品。1977 年，通過了“國家能源保存及政策法案”(National Energy Conservation and Policy Act, NECPA)，其要求到 1981 年家電用品的效率需強制性地增加。一個電氣用品標示計劃被安排在 1980 年開始，而家用品效率的指示方針則安排由 DOE 所出版。但是 DOE 的隨後研究而指出法定的效率標準是不需要的，此因為對製造廠商來講，為着提高競爭的地位及高效率產品的需求，已迫其需改善其產品。由“家電用品製造廠商聯合會”(Association of Home Appliance Manufacturers)所作的研究，其涵蓋範圍為 1972 年到 1981 年，而指出縱然沒有立法上的標準，其冰箱的平均消耗能量減少 37 %；冷藏器(Freezer)平均減少 34 %；房間用空氣調節器減少 15 %；洗碗機減少 31 %；洗衣機減少 37 %。關於 NECPA 的限制是否被強制執行或什麼時候被執行的問題，其目前已在國會審議中。如果該法的任何條文皆沒有通過，則各州可單獨地向

國會提出訴願，而以各州法律通過之。

在 NEMA 的報告中指出，就工業用電動機市場來講，自由市場與競爭者已有可相互比較的結果，而對電動機效率的強迫性標準已無必要。對高效率且具成本效益的電動機而言，其已無需強迫性的標準，且繼續以與省能源組件相組合進入市場。

通貨膨脹與實質成長 (Inflation and Real Growth)

在 1967 ~ 1980 年之間，電動機與發電機價格的年成長率為 7.3%，其已超過其整體的經濟上之通貨膨脹率（每年 6.4%），但低於一般產品價格的上漲率（7.9%）。在此期間，電動機與發電機的出貨價格，每年增加 8.2%，結果在此期間內每年的實質成長為 0.9%，但是，對電動機與發電機工業來講，在此段歷史的期間內已顯示出其實際的活動是呈週期性的變化。

在以後長時間裏，直到 1995 年止，希望電動機與發電機的價格上揚能抑制在每年 7% 之下。此由於因高工資、高材料費及設備費用提高的輕微通貨膨脹壓力下的結果。

電動機與發電機出貨額的“膨脹成長” (Inflated Growth) 希望到 1995 年能超過 12%。扣除所預期的通貨膨脹之後，到 1995 年止，每年所計劃的實質成為會稍微地超過 5%。

又影響電動機與發電機的平均價格之因素亦受產品型態及技術上或設計上改善而改變，後者會增加其實際價值。