

123530

苏联高等教育部审定
内河运输部高等学校教材

河船电气设备

Ю. А. 連加尔特 著
B. Л. 雷契果夫斯基
王 国 权 譯

16-1371
西
R

人民交通出版社

40546 133536

苏联高等教育部审定
内河运输部高等学校教材

河船电气设备

Ю.А.連加尔特 著
B.И.雷契果夫斯基
王 国 权 译

人民交通出版社

02/9/19
本書系根据苏联河运出版社1950年出版的“河船及河运企业电气设备”(ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СУДОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА)一书的第一篇及第二篇译出。原书曾经苏联高等教育部审定作为内河运输部水运工程学院船舶机械系教材。

原书共分三篇：第一篇——电气传动基础，为技术科学学士Ю.А.連加尔特讲师所著；第二篇——船舶电气设备，为В.Л.雷契果夫斯基教授所著；第三篇——工业企业电气设备，此篇前二章为技术科学学士Ю.А.連加尔特讲师著的，其余各章为В.К.国列烈依秦郭教授所著。

根据当前业务需要，本书先将原书之第一、二两篇译出，取名为“河船电气设备”。

統一書号：15044·8077-京

河船电气设备

В.К.ГОРЕЛЕЙЧЕНКО, В.Л.ЛЫЧКОВСКИЙ,
Ю.А.РЕЙНГОЛЬДТ

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
СУДОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ
РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА РЕЧНОГО ФЛОТА СССР
ЛЕНИНГРАД 1950 МОСКВА

本書根据苏联河运出版社1950年莫斯科-列寧格勒俄文版本譯出

王国权译

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

公私合营慈成印刷工厂印刷

1956年10月北京第一版 1956年10月北京第一次印刷

开本：850×1168毫米 印张：10张

全書：273,000字 印数：1—1,600册

定价(19)：1.70元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号)

目 錄

第一篇 电气傳动基礎

甲. 电气傳动理論基礎

緒言

§ 1 电气傳动之發展及其优越性	1
§ 2 电气傳动理論——苏联科学	3

第一章 傳动力学

§ 3 电气傳动运动之控制	8
§ 4 功与功率	10
§ 5 靜力矩之傳至电动机軸上	11
§ 6 慣性力矩之傳至电动机軸上	12
§ 7 飛輪力矩	13
§ 8 剩余力矩	13
§ 9 啓动力矩	15
§ 10 制动力矩	15
§ 11 啓动時間	16
§ 12 制动時間	19

第二章 电机特性

§ 13 工作体制	20
§ 14 电动机公称規格	20
§ 15 旋轉力矩及机械特性	21
§ 16 損失及效率	23

§ 17	溫升及冷却	24
§ 18	工作溫度	28

第三章 并激直流电动机

§ 19	机械特性	31
§ 20	开动	34
§ 21	旋轉速率之調節	37
§ 22	制動	42
§ 23	旋轉方向之改变	47

第四章 串激直流电动机

§ 24	机械特性	48
§ 25	开动	50
§ 26	旋轉速率之調節	51
§ 27	制動	53
§ 28	旋轉方向之改变	56
§ 29	电动机人工綫路联接	56

第五章 复激直流电动机

§ 30	机械特性	59
§ 31	旋轉速率之調節	60
§ 32	开动、制動及改变旋轉方向	61

第六章 直流电动机速率調節之复雜电路

§ 33	旋轉速率之調節用改变引至电樞接头上之电压	62
§ 34	作为擴大机的直流电机	70

第七章 交流电动机

§ 35	旋轉力矩及机械特性	73
§ 36	开动	77

§ 37	旋轉速率之調節	82
§ 38	制動	86
§ 39	旋轉方向之改變	89
§ 40	同步电动机	90
§ 41	功率因數	90

第八章 电动机之選擇

§ 42	選擇之任務	94
§ 43	各種工作體制电动机功率之決定	94
§ 44	選擇电动机之種類	106
§ 45	电动机結構之選擇	109

乙. 开关設備及控制电动机之电路圖

§ 46	緒言	113
------	----	-----

第九章 手控制的开关設備

§ 47	閘刀开关、开关、轉換开关及逆轉器	114
§ 48	控制器	115

第十章 自动控制設備

§ 49	关于接触器一般知識	121
§ 50	直流接触器	122
§ 51	交流接触器	123
§ 52	接触点控制器	125
§ 53	路程轉換开关	126
§ 54	控制繼电器	128
§ 55	時間繼电器	129
§ 56	电压繼电器	131
§ 57	电流繼电器	132

第十一章 电动机的保护設備

§ 58	保护设备的一般知識	134
§ 59	融化保險器	135
§ 60	电磁鉄繼电器	135
§ 61	热繼电器	135
§ 62	自动断路器	137
§ 63	磁鉄启动器	137

第十二章 电阻器及电阻

§ 64	启动电阻器及調節电阻器	141
§ 65	电阻元件	144

第十三章 自动控制电动机之电路

§ 66	电路圖之原理	146
§ 67	定时启动	147
§ 68	限流启动	156
§ 69	反电势启动	160
§ 70	自动控制制动之原理	162
§ 71	自动控制的綜合电路	166
§ 72	追迹体制	177

第二篇 船舶电气設備

§ 73	一般概況	179
§ 74	电流种类、电压及电能分配系統	179
§ 75	船舶电机	182

第十四章 电力操舵設備

§ 76	电力操舵設備之体制	185
§ 77	舵机的电动机	187
§ 78	舵机的电动机功率的选择	191
§ 79	舵机的电气控制	214

第十五章 电力起錨机及系索設備

§ 80	起錨力量之決定	221
§ 81	电动机功率之決定	224
§ 82	傳动之电气控制	228

第十六章 电力起重机

§ 83	电动机功率之決定	231
§ 84	傳动的电气控制	237

第十七章 电力打水机、打風机及压缩机

§ 85	打水机(泵)	242
§ 86	打風机及压缩机	244

第十八章 船舶电气照明

§ 87	船舶电气光源	245
§ 88	船舶照明附具及設備附具	246
§ 89	船舶探照灯	249
§ 90	船舶航行灯及信号灯	252
§ 91	船舶电气照明設備基本設計	254

第十九章 船舶电热器具

§ 92	做飯器具	259
§ 93	燒水器具	260
§ 94	房屋暖气	261

第二十章 船舶电气綫路

§ 95	綫路系統	263
§ 96	綫路裝置	264
§ 97	船舶电纜及电綫	266

§ 98	船舶電網雙綫制的計算法	269
§ 99	電網絕緣体的电阻	277

第二十一章 船舶發電站

§ 100	發電機	279
§ 101	選擇發電機功率及數量	279
§ 102	發電機之并列運用	282
§ 103	配電設備	284

第二十二章 船舶電氣通訊及號志

§ 104	電話通訊	286
§ 105	電氣傳令鐘及指示器	289
§ 106	信號器具	290

第二十三章 船舶電力推進器

§ 107	歷史一瞥。船舶推進器電氣傳動之優點	292
§ 108	電力推進裝置主要指標	294
§ 109	船舶電氣傳動之分類	296
§ 110	主要設備及原動機	297
§ 111	電氣控制推進設備綫路圖	301
§ 112	船舶具有電氣傳動推進器之記載	303

第一篇 电气傳动基礎

甲. 电气傳动理論基礎

緒 言

§ 1. 电气傳动之發展及其优越性

为了拖动执行任务的机械由电动机、机械傳动裝置及控制器具所組成的設備称为电气傳动。

为了拖动各种各样的执行任务的机械，电动机与其他动力机械相比較則有很明顯的优越性。

在电动机出現之前，曾用水力原动机傳动工具机，而后用蒸汽机。于工厂安裝一个或者数个蒸汽机，此等机械能借傳动裝置分布于各工具机之間。

在出現电动机初期，就成为代替蒸汽机不可缺少的傳动裝置。电气的傳动裝置發現后，它与蒸汽机傳动裝置相比較，其优点为使用簡單，价值便宜而且随时可以使用。

后来为消滅沉重的傳动裝置及减少在机械傳动中損失功能，轉变为成組的电气傳动。此种型式机床組的傳动用單独的电动机帶动。可是在此种情形下电动机有用的性能，不能全部成为机械能。当此种性質被發現，則开始在每一执行任务的机械上安裝独立的电动机。

此种單独的电气傳动能夠簡化傳动裝置并可使傳动过程中之功能損失减少 50%，且可改良机床布置和車間内部運輸工作等等。

必須指出，当时許多工程师認為不能从实施單独的傳动的便

利來补偿第一次設備費用的增加，因此單獨傳動的實施遇到抵抗。但是以後証明，具有綜合的傳動裝置的企業與具有單獨的傳動的企業，其第一次費用大概相同。單獨傳動巨大的优越性很快成為顯而易見的事。

最初利用电动机僅為轉數不變的機械能的泉源。所有機器的控制與調節還是用機械方法來進行。

在电动机接近于機械的工作機構發展的过程中，开始由总的傳動裝置轉變為成組的，而由成組的轉變至單獨的，以後安裝的电动机更多地与機械工作機構相联系，从而更完全地利用电动机的有效性能。因此簡化了工具機的結構，制造出來的機器也更經濟而生產能力更大了。出現了安裝專用的电动机于複雜機械的單獨部分，这条道路創造了現代的多电动机傳動。在現代巨大的車床上，除去拖动花盤旋轉的主电动机之外，还有完成輔助操作的电动机：移动刀架及后頂針座、液体冷却泵及潤滑油泵等等。

另一方面，樹立了由純粹機械控制及用宝塔盤与圓錐形皮帶板、齒輪或變速箱等調節機器的速率的方法，过渡到用电气來控制和調節速率。因此調節機械速率，部分用改变电动机轉數，而部分用機械方法（例如用變速箱方法）。最后，在某些情況下更完全不由機械調節，而开始用調節电动机轉數的方法來改变機械速率。

此一發展方向使电动机及工具機相互成為附屬裝置。电动机成為機械有機結構的一部分，特別是為这种型式機械的傳動而制造的电动机，更具有必要的特性及結構。

这种电动机的許多优点使單獨傳動在國民經濟各部門中無例外地都占据优势地位。

这些优点可歸納如下：

- 1) 随时准备好工作；
- 2) 開車快、調車快、制動快及停車快；
- 3) 可能平滑的或者分階段的調節速率于必須的界限之內；
- 4) 工作安全及減輕勞動條件；
- 5) 經濟；

- 6) 能够实现远距离控制及自动控制；
- 7) 能够以电气指示并顾及机械工作；
- 8) 减低生产厂房的造价；
- 9) 执行任务的机械结构简单轻便而合理；
- 10) 生产速度加快；
- 11) 在车间可以采用任何形式的内部运输；
- 12) 执行任务的机械安装可能适应生产要求，而当改变操作时可以改装；
- 13) 场所清洁；
- 14) 防备机器过载简单；
- 15) 功能传至机械简单。

电气传动的这些优点当被正确的利用时，而且在配备有适当的附属装置的情况下，使机器有可能根本改善生产程序以及增加产品数量同时改善其质量。

§ 2. 电气传动理论——苏联科学

电工学是科学领域之一，它的发展几乎完全依赖俄罗斯学者的发明。电弧及照明、电冶金术、电镀术、直流电动机、变压器、异步电动机、输送电能至远距离、电焊、有线电报、无线电报及其他许多重要的发明，不论是俄罗斯学者所完成的，或者他国学者所发现的，但依照它们本身的见解，自己的第二家乡是俄罗斯。

现在叙述几个俄罗斯学者及技师的著作与发明，这些在电工学领域里的事对于本课程是有直接关系的。

1838年俄罗斯科学院院士 B. C. 亚郭比，为推动触板采用了他所发明的世界上第一个适合于工业使用的直流电动机。这个世界上第一艘电动船完成了在彼得堡城内涅瓦河上的航行。以加利瓦尼切斯基电池作为供给电动机功能之来源。外国（俄罗斯以外的国家）采用电气传动发生于1840~1880年，仅为 B. C. 亚郭比思想的继续发展，并且在试验时乃是利用他所发明的电动机型式。

在很长时期中，这些试验没有进步，仅在 B. C. 亚郭比试验成

功后 41 年,于 1879 年在彼得堡城柏林工業展覽會中,电动机第二次被采用傳动环繞的电气鉄路。

1802 年 B. B. 彼得洛夫教授發明电气弧光,并創始了將电流用于照明之目的。

在彼得洛夫电气弧光發明之后 10 年,第二次被英國人杰微[發明]并被他认为[伏特弧]。彼得洛夫弧在 И. И. 雅夫洛契柯夫电气照明中(1873 年)得到廣泛应用还是在上一世紀最后 10 年,是傳布最廣的巨大光源。几乎在此同时,另一个俄罗斯电气技师 A. И. 洛得根發明了世界上第一个合乎实用的白熾灯泡,此种灯即在現時也还通用的,与[伏特弧]相似,洛得根白熾灯泡經過七年又被爱迪生[發明]。应当指出,爱迪生开始研究創制电灯泡是在得到洛得根灯泡样子之后。

对电气傳动有重大意义的,首先是俄罗斯物理学家 A. E. 斯托列托夫(1839~1896 年)的工作,他在自己的博士論文中陈述鉄的磁化定理;其次是 1891 年俄罗斯工程师 M. O. 多里沃-多勃洛沃尔斯基所發明的三相异步电动机。此种电动机迄今主要特征仍保存着多里沃-多勃洛沃尔斯基所建議的結構。多里沃-多勃洛沃尔斯基的功劳是很大的,并且他首先采用 И. И. 雅夫洛契柯夫所發明的(1876 年)变压器于工業。此种方法在世界上首先实现輸送三相电流之电能至远距离(1891 年)。

傳送电能巨大流量至远距离的可能性和適宜性早已(在 1880 年)被俄罗斯学者 Д. Д. 拉奇諾夫在他的著作“电气机械的工作”中証明。

关于創立电气傳动科学的功劳同样屬於俄罗斯和苏联学者。

1899 年出版的,彼得堡电气技術專門学校 И. Д. 窩依納罗夫斯基教授的著作[电气傳送及机械功能之分配]乃是当时在电气傳动領域中具有知識理論总结的初步尝试。在这本著作中从理論方面闡明了电能輸送于远距离及其在工業与運輸業中之利用等問題。可是这著作中成熟的理想在革命前的俄罗斯不能得到廣泛实际的采用。因此窩依納罗夫斯基教授在自己的書中第九頁寫着

[由于利用隱藏在捷列克河、第聶伯河及伏尔加河浪濤中之功能，俄罗斯工業巨大發展之空想]有才干的学者之理想僅在社会主义社会才能实现，并对我們現時成为真实。在1903年出版了B. B. 德米特利耶夫的著作“电气分配及机械能之傳送”在該書中建立了傳动理論的基本特点。書中寫出关于傳动裝置及單独电气傳动的概念，討論直流电动机及交流电动机的特性，电动机与工具机連接方法及决定电动机功率方法。經過十二年在1915年德米特利耶夫教授的書被再版。在該書中大部分講解当时迫切需要的單独的与成組的电气傳动。

这三本参考書不包含电动机对电气化的工具机結構的影响及其效用等資料，而此等問題为决定电气傳动主要項目。

恩格斯約在100年前就預見到轉变电能在工業中之利用，寫道：[蒸汽机教会吾人变热为机械运动，但是为我們利用电气开辟道路，即改变各种能的形式自这一种成另一种，并采用之于工業中……因此生產力將如此增長，管理他們將日益繁重，非資產階級所能勝任](馬克思恩格斯全集俄文版第27卷289頁)。恩格斯說只有在机器本身結構中实施电气傳动的条件下，才能根本改变生產力，已跑出电工学界限之外，并占据机器制造業及机床制造工業巨大領域。这个轉變自不能在沙皇俄罗斯得到。沙皇官僚政治的無知和昏庸，統制階級不信任俄罗斯人民的創造力量，他們迫害任何進步事業，諂媚西方，使許多俄罗斯学者与革新者在电工学領域中的著作如在其他領域同样，致富人类偉大的發明在革命之前的俄罗斯未得到应有的認識。他們的声譽被忘却，他們發明之地位被西方学者所窃夺，被盜去的發明甚至在俄罗斯亦認為是西方新貨品。只有在苏維埃政权下，俄罗斯的学者及革新家的重要地位被恢复，电工学及电气化得到了重視，并廣泛采用于苏联國民經濟中。基于共產党第九次代表大会依照B. H. 列寧及H. B. 斯大林的指示之決議，所組成的全俄电化委員會之計劃，指出实现列寧的口号[共產主义——苏維埃政权加上國家电气化]为工作必須的方向。

电气化，共產主义物質基礎，在改進我國（苏联）成为强大的工業農業國之斯大林五年計劃中得到廣泛發展。

列寧和斯大林明白在國家电气化情形下，不僅僅巨大電能基礎的創立，并且基于新的技術，当代巨大機器工業改造全部國民經濟部門。因为电气化容易成为高度生產的和安全的劳动，利用最合理的方法以便創造丰富的物產，提高劳动人民幸福和文化生活。因此电气化在共產主义社会物質基礎發展中起着重要作用。自另一方面看，只有在有計劃的社会主义經濟，自競爭与經濟危机中解放出來的条件下，在普及全國的規模和在嚴格科学基礎上，电气化才成为可能和必須的。这就是，为什么在苏联电工学如同其他科学同样会达到高度發展。此即說明新科学的家鄉是苏联而不是任何其他國家。电气傳动的理論，在苏联学者著作中得到發展。

对科学和技術有貢獻的事業家，列寧格勒 B. II. 烏里揚諾夫（列寧）电气工業学院技術科学博士謝尔盖依·阿列克山德羅維契·林克維契是這門科学的創始人。在 1922 年他創辦了世界上第一个「机械能的电气分配」講座。在 1925 年出版了他为苏联發展「工場、工厂及船舶电气化」專業而寫的同名的著作。这本著作的主要特点为進行研究电动机机械特性及他們对工具机生產之影响。此处已經代表苏联学者所創立的电气传动原理主要元素。在 1930 年 C. A. 林克維契教授創建世界上第一个电气传动試驗室。他所領導的講座内部依照各种工業采用的电气传动而專門化。这講座中出現有博龍斯基教授的「船舶电工学」、施克利雅斯基教授的「礦山电工学」等。

1930 年电气传动領域內优秀的事業家，技術科学博士符拉基米尔·康斯坦丁諾維契·波波夫教授在列寧格勒工業大学举行「電能工業利用」講座。

1932 年林克維契教授在莫斯科功能大学举办「电气传动」講座，此講座至今在此領域內仍占領導地位。在苏联其他电工及功能高等學校發展相似講座，并專門化。苏联学者 C. A. 林克維契、B. K. 波波夫、P. II. 阿羅諾夫、A. T. 戈洛万、C. A. 普列斯、B. II.

博龍斯基、Д. И. 莫羅左夫、Д. В. 瓦西里耶夫及其他學者創造電氣傳動的理論，基本解決了各種工業部門採用電氣傳動問題。應注意，到現在外國的科學方面尚沒有一本相似豐富的著作述說電氣傳動。蘇聯科學關於電氣傳動之發展為蘇聯國民經濟準備了成千的高級熟練技術人員，在各工業部門電氣化和運輸業電氣化方面的工作。在先進的蘇聯電機製造及設備製造基礎上，創造了冶金工業和礦山工業、造紙機器金屬切割機床、船舶機械等現代化的電氣傳動，其中許多遠優於外國產品。

在蘇聯由社會主義到共產主義的過渡要求電氣化繼續的發展。在這電氣傳動科學歷史階段之前，繼續實現電動機與工具機結構融合以及生產過程進一步自動化的任務，從而促進我們社會（蘇聯）的發展。工廠、科學研究院、設計院及學校廣大的全體工作人員為勝利地解決這些問題而工作着。

第一章 傳动力学

§ 3. 电气傳动运动之控制

电动机引導任何机械运动的工作,不外于运送机械能給后者,此机械能消耗于克服机械所產生之阻力。

电动机工作体制及其負載,完全决定于机械工作的生產条件以及机械所產生的特性与抵抗大小。因此在解决电气傳动問題中常利用某些数值及其相互关系即在理論力学課程中已研究过的,并且这些数值的相互关系使它們在电气傳动理論中的应用,得到最便利的形式。

当电气傳动工作时,加于电机軸上者,有由其自身所發出之力矩及被拖动的机械所產生的力矩,一般称为靜力矩。

無論电机力矩或是靜力矩均可能有正的或者負的。当力矩方向与傳动之方向相符合,当他們帮助运动时是正力矩。正力矩以后我們称作运动力矩或者旋轉力矩。

負力矩——当他們与运动方向相反,即他們反作用于傳动,負力矩我們將称作阻力矩或者制动力矩。

一般情形,电机力矩与靜力矩相互之間关系如下

$$\pm |M| \pm |M_c| = J \frac{d\omega}{dt} \quad (3, 1)$$

式中: $|M|$ ——电机所發生的力矩,絕對值,以公斤公尺計;

$|M_c|$ ——在电机軸上,机械所產生的靜力矩,絕對值,以公斤公尺計;

J ——傳至电动机軸上,运动部分之慣性力矩,以公斤公尺秒²計;