

舰艇电力拖动

B. B. 吉洪諾夫著



机械工业出版社

舰艇电力拖动

B. B. 吉洪諾夫著

船舶工业管理局第一产品設計室譯



机械工业出版社

DL 76/16

苏联 В. В. Тихонов 著 'Корабельные электроприводы' (Военно-морское издательство Военно-морского министерства союза ССР 1932 年第一版) *

NO. 2147

1959 年 5 月第一版 1959 年 5 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/25$ 字数 318 千字、印张 $15^{11}/25$ 001— 900 册
机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)出版
机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第 008 号 定价 (11) 2.45 元

目 录

緒論	5
第一章 舵机的电动机机械拖动装置	11
§ 1. 舵机电力拖动装置按电气和机械特征的分类	11
§ 2. 舵軸上的轉矩	12
§ 3. 舵机电力拖动装置的传动系統	17
§ 4. 舵机电动机負荷图	23
§ 5. 舵机电动机的类型	27
§ 6. 舵机电力拖动装置的设计依据	33
§ 7. 舵机简单动作电力拖动装置的控制	54
§ 8. 舵机同拍动作电力拖动装置的控制	72
§ 9. 舵机自动动作电力拖动装置的控制	86
§ 10. 舵机电动机机械拖动装置的試驗	91
第二章 舵机的电动液压拖动装置	93
§ 11. 舵机的电动液压拖动装置和电动机机械拖动装置的比較	93
§ 12. 舵机电动液压拖动装置的主要元件	95
§ 13. 繪制拖动装置負荷图的原始数据	110
§ 14. 可变流量泵电动机軸上的轉矩	122
§ 15. 电动液压拖动装置負荷图的繪制	124
§ 16. 舵机电动液压拖动装置的设计依据	129
§ 17. 舵机液压拖动装置电动机的控制	138
§ 18. 舵机电动液压拖动装置的試驗	143
第三章 絞盘电力拖动装置	146
§ 19. 絞盘电力拖动装置的传动机构	146
§ 20. 舰艇起錨时絞盘拖动装置中的作用力	152
§ 21. 絞盘电力拖动装置負荷图	153
§ 22. 絞盘电力拖动装置的设计依据	160
§ 23. 絞盘电力拖动装置的控制	181
§ 24. 絞盘电力拖动装置的試驗	209
第四章 舰艇起重絞車和专用絞車的电力拖动装置	214

§ 25. 舰艇起重装置的分类	214
§ 26. 舰艇电动绞车的传动机构	214
§ 27. 绞车电力拖动装置负荷图	228
§ 28. 绞车电力拖动装置的设计依据	239
§ 29. 专用绞车电动机功率的选择特点	248
§ 30. 起重绞车和专用绞车电力拖动装置的控制	262
§ 31. 绞车电力拖动装置的试验	300
第五章 舰艇起重机的电力拖动装置	302
§ 32. 舰艇电动起重机的传动机构	302
§ 33. 舰艇起重机电力拖动装置负荷图	307
§ 34. 舰艇起重机电力拖动装置的设计依据	311
§ 35. 舰艇起重机电力拖动装置的控制	320
第六章 舰用泵的电力拖动装置	349
§ 36. 舰用泵的分类	349
§ 37. 舰用泵的工作制	350
§ 38. 舰用泵电力拖动装置的设计依据	351
§ 39. 舰用泵电力拖动装置的控制	353
§ 40. 电动泵的试验	368
第七章 舰艇通风机和压缩机的电力拖动装置	371
§ 41. 舰艇通风机和压缩机的类型及其工作制	371
§ 42. 通风机和压缩机电力拖动装置的设计依据	373
§ 43. 通风机和压缩机电力拖动装置的控制	375
§ 44. 电动通风机的试验	378
第八章 转轴装置和其他舰艇机械的电力拖动装置	380
§ 45. 转轴装置的电力拖动装置	380
§ 46. 电磁扫雷具用电缆卷车的电力拖动装置	382
§ 47. 驾驶台翼钹回转机械的电力拖动装置	384
§ 48. 次要机械的电力拖动装置	391

附录

1. 电动机机械控制线路上的符号	392
2. 电动机机械控制线路符号	394

舰艇电力拖动

B. B. 吉洪諾夫著

船舶工业管理局第一产品設計室譯



机械工业出版社

DL 76/16

苏联B.В.Тихонов著 'Корабельные электроприводы' (Во-
енно-морское издательство 'Военно-морского' министе-
рства союза ССР 1952年第一版)*

*

*

*

NO. 2147

1959年5月第一版 1959年5月第一版第一次印刷

787×1092 $1/25$ 字数 318 千字、印張 $15^{11}/25$ 001— 900 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价 (11) 2.45 元

目 录

緒論	5
第一章 舵机的电动机机械拖动装置	11
§ 1. 舵机电力拖动装置按电气和机械特征的分类	11
§ 2. 舵軸上的轉矩	12
§ 3. 舵机电力拖动装置的传动系統	17
§ 4. 舵机电动机負荷图	23
§ 5. 舵机电动机的类型	27
§ 6. 舵机电力拖动装置的设计依据	33
§ 7. 舵机简单动作电力拖动装置的控制	54
§ 8. 舵机同拍动作电力拖动装置的控制	72
§ 9. 舵机自动动作电力拖动装置的控制	86
§ 10. 舵机电动机机械拖动装置的試驗	91
第二章 舵机的电动液压拖动装置	93
§ 11. 舵机的电动液压拖动装置和电动机机械拖动装置的比較	93
§ 12. 舵机电动液压拖动装置的主要元件	95
§ 13. 繪制拖动装置負荷图的原始数据	110
§ 14. 可变流量泵电动机軸上的轉矩	122
§ 15. 电动液压拖动装置負荷图的繪制	124
§ 16. 舵机电动液压拖动装置的设计依据	129
§ 17. 舵机液压拖动装置电动机的控制	138
§ 18. 舵机电动液压拖动装置的試驗	143
第三章 絞盘电力拖动装置	146
§ 19. 絞盘电力拖动装置的传动机构	146
§ 20. 舰艇起錨时絞盘拖动装置中的作用力	152
§ 21. 絞盘电力拖动装置負荷图	153
§ 22. 絞盘电力拖动装置的设计依据	160
§ 23. 絞盘电力拖动装置的控制	181
§ 24. 絞盘电力拖动装置的試驗	209
第四章 舰艇起重絞車和专用絞車的电力拖动装置	214

§ 25. 舰艇起重装置的分类	214
§ 26. 舰艇电动绞车的传动机构	214
§ 27. 绞车电力拖动装置负荷图	228
§ 28. 绞车电力拖动装置的设计依据	239
§ 29. 专用绞车电动机功率的选择特点	248
§ 30. 起重绞车和专用绞车电力拖动装置的控制	262
§ 31. 绞车电力拖动装置的试验	300
第五章 舰艇起重机的电力拖动装置	302
§ 32. 舰艇电动起重机的传动机构	302
§ 33. 舰艇起重机电力拖动装置负荷图	307
§ 34. 舰艇起重机电力拖动装置的设计依据	311
§ 35. 舰艇起重机电力拖动装置的控制	320
第六章 舰用泵的电力拖动装置	349
§ 36. 舰用泵的分类	349
§ 37. 舰用泵的工作制	350
§ 38. 舰用泵电力拖动装置的设计依据	351
§ 39. 舰用泵电力拖动装置的控制	353
§ 40. 电动泵的试验	368
第七章 舰艇通风机和压缩机的电力拖动装置	371
§ 41. 舰艇通风机和压缩机的类型及其工作制	371
§ 42. 通风机和压缩机电力拖动装置的设计依据	373
§ 43. 通风机和压缩机电力拖动装置的控制	375
§ 44. 电动通风机的试验	378
第八章 转轴装置和其他舰艇机械的电力拖动装置	380
§ 45. 转轴装置的电力拖动装置	380
§ 46. 电磁扫雷具用电缆卷车的电力拖动装置	382
§ 47. 驾驶台翼板回转机械的电力拖动装置	384
§ 48. 次要机械的电力拖动装置	391

附录

1. 电动机机械控制线路上的符号	392
2. 电动机机械控制线路符号	394

結 論

舰艇电力拖动装置是由电动机、中介传动装置和电动机的控制电器組成的机器装置，供带动輔机之用。

舰艇輔机包括舵机、錨机、起重机、轉軸机械、泵、通风机、专用机械以及日用机械。这些机械可以用蒸汽拖动、液压拖动、气压拖动或电力拖动。

电力拖动装置和其他型式的拖动装置比較起来是最經濟的，且重量輕、尺寸小、工作可靠、使用簡便。现代电机工业根据各种舰艇机械的工作特点制造了各种类型的电动机和电器。

目前在舰艇上电力拖动起着极其重要的作用，它保証一切决定舰艇的运动性、机动性、操縱性、战斗性和生命力所必需的装置进行工作。它带动舵机、絞盘、絞車、起重机、机鍋艙机械、专用装置等等。因此，电力拖动在舰艇上是应用最广泛的拖动型式。

一般地用电力拖动，特别是舰艇机械用电力拖动的理想，首先出现在俄国。而这一理想也是先在俄国变为现实的。1834年俄国科学院士鮑里斯·謝苗諾維奇·雅可比設計了第一台实用的直流电动机，並在1838年用它来轉动小艇的螺旋推进器。雅可比电动机結構簡單、零件經久耐用、工作可靠、且有較高的效率。雅可比电动机是根据旋轉运动原理造成的，並能进行实际工作。

这样，就在俄国誕生了世界上第一艘电动船。試驗第一艘电动船时所进行的工作对科学技术的进一步发展有很大的影响。因为当时作为电动机能源的电池笨重价昂，雅可比电力拖动未能得到广泛的应用。

在第一艘电动船出现后 30 年，电能 在舰艇上才得到了广泛的应用；开始时电能只用于照明和水雷的远距离爆炸。

在俄罗斯舰队的舰艇照明系統中应用 И·Н·雅勃洛契可夫电

烛和 A·H·拉德丁灯泡的研究,使发电机和蓄电池装置得到了大大的改进,并为以后舰艇电力拖动的发展创造了条件。在那些年代里,水雷军官学校、水雷教练队和喀琅施塔得电工厂曾做了不少有关俄国舰艇电气化工作。当时,俄国的学者和发明家特維里基諾夫和柯罗柯里乍夫等人在这方面曾起了傑出的作用。

俄罗斯舰队在舰艇电气化方面具有丰富的实际經驗,因而能够正确地估計电气化的进步意义,并使造船事业向这个方向发展。雅可比电力拖动装置第一次在世界上开始应用于俄国的潛水艇上,作为带动螺旋推进器之用。

这样,在1877年制成了一艘能坐一个人的带有推进电动机的潛水艇。1886年,又将俄国造的一艘潛水艇改装为电力推进。由于把船員縮減到二人,所以当时能成功地在艇上装置不大的蓄电池和功率为1馬力的电动机。潛水艇的航速增加到4节。

以后,电动机在潛水艇上就用作为水下航行的推进电动机。

直到1885年俄国学者 M·O·多里沃-多勃沃沃尔斯基研究出直流电动机可靠的起动綫路后,直流电动机才开始在本国水面舰队战艦上应用。

首先电气化的舰艇机械是通风机,曾装在那希莫夫將軍号、柯尔尼洛夫將軍号和依里英中尉号巡洋艦上。电动通风机的可靠和使用方便,很快地得到了一致公認,因此,在俄国舰队的其他許多舰艇上开始应用。也就在这几年里,在喀琅施塔得对小艇的电力推进进行了广泛的試驗。

十九世紀的最后十年中,电力拖动的功用大大地扩展了。一系列的炮塔机械和甲板机械都变为电力拖动。

1892年,在十二聖徒号装甲巡洋艦上首次装設舵机电力拖动装置,1892年末进行了停泊和航行試驗。試驗結果十分良好。在总结中,試驗委员会建議“在应用电工技术的舰艇上用电力拖动来代替舵机的蒸汽拖动”。

速射火炮的运用要求有相应的运送彈藥的设备。为此彼得堡五金工厂(现改名为斯大林工厂)曾設計了几种电动扬彈机模型。

1893年为留里克号巡洋舰制造吊板式扬弹机和起卸6吋炮弹及120公厘之合装弹用带吊板的小車。

这样的扬弹机也为烏沙可夫將軍号和謝嘉維將軍号巡洋舰制造过。当时在各种情况下起卸炮弹都应用了电力拖动。

在1893年以前，为了改善火炮装置进行了下列工作：

1) 在那希莫夫將軍号巡洋舰上舰艇8吋火炮炮塔首次試用电动机来轉动(每一炮塔有2台功率各为3馬力的电动机)；

2) 在舰队的舰艇上採用了电动火炮射击指揮仪；

3) 採用了夜間射击用的电气設備。

在运用火炮装置的电力拖动方面，C·O·馬卡洛夫將軍起了很大的作用，当时他的职务是炮兵總監。在他的監督下，試驗了那希莫夫將軍号巡洋舰轉动炮塔的电力拖动装置。当时他曾提出火炮机械全部电气化的問題。

1892~1893年，尼古拉也夫海港机械助理主任工程师聶依曼拟訂了大部分舰艇机械採用电力拖动的計劃。

聶依曼的計劃被海运技术委员会所採用，在以后舰艇电力拖动的发展中起了重要的作用。

在这些年代里，波尔塔瓦型装甲舰上吊举划艇用的5吨和8吨起重量的絞車也电气化了。

俄国工程师創造的发电机-电动机的电气系統在舰艇上和工业上得到了广泛应用，並在俄国舰队中得到推广。1894~1896年尼古拉也夫海港的电气师A·B·苏宾按发电机-电动机系統拟制了电动舵机装置的设计。1899年A·B·苏宾系統被採用，並由波罗的海工厂把它装在巴拉特号和格罗那达号巡洋舰上及彼里斯里特号装甲舰上。1906~1910年波罗的海工厂工程师H·A·費道里茨基改进了A·B·苏宾系統，从而保証执行电动机具有更适当的机械特性①。

① 虽然沒有任何根据，但是在文献中却常常很不公正地把苏宾和費道里茨基系統称为列奥那特系統。根据旧俄舰队的档案材料以及海运技术委员会和造船供应管理局的文件和记录中所記載的資料，可以了解，在过去的一百年中发电机-电动机系統称为“苏宾系統”，而后期則称为“費道里茨基系統”。本書也採用这个术语。

在以后的发展时期，費道里茨基系統广泛地应用到舵机、絞盘、絞車、起重机中，直到现在它还没有失去其故有的价值。

二十世紀初期，在俄国軍舰上应用电力拖动的有：火炮装置、排水装置、通风机、起重机械、起錨絞車、舵机和空气泵。发电机数量和功率在战舰上也逐步增加。

1901年在喀琅施塔得建立了国营电机工厂，該厂为舰队需要而組織了电机生产。

按照电气化程度，俄国舰队过去始終佔着先进地位。例如，波罗基諾号装甲舰上的电气设备（1901年）功率为765瓩，当时在德国軍舰上的电气设备功率仅144瓩，美国軍舰上仅254瓩，而在英国軍舰上电气化的仅有照明和通风。

舰艇电气设备改用交流电的問題在俄国舰队中也較国外解决得更早。

1889年M. O. 多里沃-多勃罗沃尔斯基研究出三相电流系統，此外还研究出各种类型的三相异步电动机，因而引起了俄国舰队重新考虑对舰艇电气设备电流种类先前的看法。

三相电动机首先在1908年安装在黑龙江号布雷艇上，用于带动通风机和排水透平机。为了保证浸水艙内电动机的工作，海运技术委员会建議电机繞組引綫採用鉛包導綫。

1909~1911年交流电广泛地应用在塞瓦斯托波尔型战列舰上，而黑海舰队战列舰上都用了交流电气设备。当时美国第一个交流电气设备在1932年才出现，也就是說迟了20年。

当时在沙皇俄国，工业发展大大地受到外国資本的影响，並甘心崇拜外国技术，但是俄罗斯的进步意識仍然頑強地給自己开辟了道路，並且用新的发现和发明丰富了世界文化。

只有表示人类新紀元开始的伟大的十月社会主义革命才为无限发展新的社会主义科学和技术創造了所有的必要条件。

对电气化的革命作用进行了深刻的馬克思主义分析后，B. И. 列宁作出了这样的結論：电气化是新社会制度——社会主义的技术和物質基础。还在1920年的第八次全俄苏維埃代表大会上，

В·И·列宁就说过：“没有电气化计划，我们要转向现实的建設是不可能的”。^① 当时他所提出的口号是“共产主义就是苏维埃政权加全国电气化”，^② 这一口号就成为社会主义国家改造整个国民经济的基础。

在过去的几个五年计划期间，苏联建立了新型的电气工业。

苏联人民建立了巨大的电机制造工厂，例如以С·М·基洛夫命名的“电力”工厂，以И·В·斯大林命名的哈尔可夫电气工厂，以С·М·基洛夫命名的“狄那摩”工厂和其他许多工厂，这些工厂採用科学和技术上的最新成就，以新型电机和电器装备了国民经济和軍舰。

电力拖动在苏联的发展和改善，就其速度来说，已大大地超过外国。这完全是由于苏联学者、科学研究院、工厂和设计院进行了大有成效的工作。在世界上苏联学者首先建立了这样一种有实用意义的专门科学领域——电力拖动物理。

电力拖动物理首先在С·А·林克維契和В·К·波波夫教授的著作中建立了起来，并在很多苏联学者的著作中得到了进一步的发展。

资本主义国家没有电力拖动物理这样一门独立的科学技术学科，这正是资本主义国家的显明特征。在资本主义国家里，各种技术上的成就是不会得到广泛应用的，因为电气垄断组织的政策只符合于一小撮资本家掠夺式的利益，而不符合广大群众的利益。

在资本主义国家里，机械化和自动化只能加强对工人的剥削，压榨工人最后的一点体力，把工人当作机器的附属品。В·И·列宁曾经说过：“……只要仍然存在着资本主义制度和生产工具的私有制，那么一个国家和几个国家的电气化首先是不可能快速而有计划地实现，其次是不可能有利于工人和农民。在资本主义

① В. И. Ленин, Соч., т. 31, 482.

② Там же, 484.

制度下，电气化必然促使工人和农民受到大銀行加倍的压榨”。^①

採用電力拖动使蘇聯國民經濟在很大範圍內實現了生產過程的機械化，減輕工人和農民的勞動，提高勞動生產率，減低產品成本，從而提高了勞動羣眾的物質福利。沒有電力拖動的廣泛發展就不可能建立強大的軋鋼機、自動工廠、巨大的挖土機和複雜的計算機等等。因而，電力拖动是所有這一切的基础。

由於黨和政府的不斷關懷，本國的電氣工業達到了能夠完全保證國家對任何電機、電器和儀器方面的各種需要的水平。

1950年，蘇聯部長會議和蘇聯共產黨（布）中央委員會根據各族人民的領袖斯大林同志的提議通過了一項決議，要在伏爾加河和德涅泊河建設巨大的水力發電站，要在伏爾加河兩岸地區、里海附近和頓河草原、卡拉-庫滿沙漠、烏克蘭的南部和克里米亞的北部建立新的灌溉系統，以及建築一條伏爾加-頓河的通航運河。

偉大的共產主義建設使得蘇聯人民在政治上和生產上得到了巨大的高漲，全世界都把這種偉大的共產主義建設看成是人類理想——共產主義社會的實現。

新的巨大的發電站給予我們大量的廉價電能，這種廉價電能就為我國國民經濟的各個部門中廣泛地運用電力拖动創造了條件，這就強有力地推動電機和電器製造事業獲得進一步的發展和改善。

① В. И. Ленин, Соч., т. 33, 112.

第一章

舵机的电动机械拖动装置

§ 1. 舵机电力拖动装置按电气和机械特征的分类

舵机电力拖动装置按动作性质分为下列三组：

1. 舵机简单动作电力拖动装置。

这一组电力拖动装置中控制台的手柄位置并不决定舵板位置。当控制台手柄或操纵盘从中线位置移动时，电动机才进行工作。转舵控制是手动的。

2. 舵机同拍动作电力拖动装置。

这一组拖动装置中当电力拖动系统工作时，舵在静止状态，控制台的手柄位置决定舵板位置。电动机用手来开动，当舵板达到规定转舵角时电动机立刻自动停止。

3. 舵机自动动作电力拖动装置。

这种拖动装置的特点是电动机的起动和停止都自动进行。当舰艇离开规定航向时，电动机开始工作，而在舰艇回复到规定航向时就立即停止。这种拖动装置与回转磁罗经相联系，故称为回转磁罗经操舵或拖动装置。

舵机电力拖动按执行电动机与舵柄的联系性质可分为电动机机械拖动——也就是舵由机械传动，和电动液压拖动——也就是舵由液压机械传动。

电动机机械拖动装置本身又分为螺桿式、扇形齿轮式和链索式，其特点在于具有固定的传动比。执行电动机作断断续续的旋转。

电动液压拖动装置又分为执行电动机作断续旋转的和作连续旋转的二种。这两种拖动装置的电动机对舵轴有可变的传动比。

按执行电动机的控制系统，舵机电力拖动装置可分为：

1. 控制器系统控制的舵机电力拖动装置；
2. 接触器系统控制的舵机电力拖动装置；
3. 费道里茨基系统控制的舵机电力拖动装置。

舵机电力拖动装置按动作性质来选择时，取决于舰艇类型及其用途、航行条件、以及执行电动机和舵轴的联系方法。舵机电液液压拖动装置为了防止舵自发地回复到中綫面，只能採用同拍式的。同拍式电力拖动装置对电动机机械舵机装置而言，較简单动作的电力拖动装置有很多优点，最重要的优点是舵能根据控制台手柄位置准确定位。

舵机自动拖动装置能减小舰艇偏离航向的角度及次数，能在一定的時間內减小舵板对中綫面的总合偏差角，並能大大地減低舰艇在航行中舵的制动作用，因而也就能减小由舵偏向所引起的主机功率的损失。舵机自动拖动装置在舰艇上的运用，就舰艇机动性的輕便和准确來說，是提高了它的战术性能。

舵机自动电力拖动装置由于結構复杂和价值高昂，在海船中仅在远距航綫上行进而不常改变航向的船舶上採用才合算。

执行电动机与舵轴传动型式的选择与軍事用途和工业性質（传动机械的重量和尺寸、生命力、现代工业是否能提供）相应設備有关。排水量大的舰艇一般採用舵机电动液压传动。至于舵机的机械传动，应用最广泛的是：螺桿式传动（用于各种类型的軍舰）、扇形齿輪式（用于海船，最近几年来又被用于軍舰上）和鏈索式（一般用于小型河运船舶）。

舵机装置执行电动机控制系统的选择与其功率数值及对設計者提出关于接通次数、保証必要的过载以及执行电动机的速度調節等方面的要求有密切关系。

§ 2. 舵軸上的轉矩

設計舵机电力拖动装置时，所研究的是舰艇旋回的初周期，这是指舵的轉动時間。舵对舰艇的作用在船舶原理中已經作了一般