

中等专业学校教学用书

船舶无线电工学

A. M. 巴依腊舍夫斯基著

高等教育出版社



中等专业学校教学用书



船舶无线电工学

A. M. 巴依腊舍夫斯基著

林在旭 陈祖慰等译

高等教育出版社

本书系根据苏联海河运输部出版社 (Издательство министерства морского и речного флота) 1953 年出版的巴依腊舍夫斯基 (А. М. Байрашевский) 著“船舶无线电工学” (Судовая радиотехника) 第三版修订版译出。原书经苏联海河运输部教育司审定为航海学校船舶驾驶科用的教科书。

本书一开始讲述了无线电工学的普通原理, 然后讲述船舶无线电设备的特点, 分别讨论了航海中所应用的各种无线电航海仪器。如旋转环状天线无线电测向仪, 固定环状天线无线电测向仪, 目测无线电测向仪, 雷达等。最后另列一章专门讲述海洋船队无线电通讯的基本规则。

本书由大连海运学院林在旭、陈祖慰等译出。

船舶无线电工学

А. М. 巴依腊舍夫斯基著

林在旭 陈祖慰等译

高等教育出版社出版 北京宣武门内承恩寺7号

(北京书刊出版业营业许可证出字第054号)

外文印刷厂印订 新华书店发行

统一书号 15010·583 开本 850×1168^{1/32} 印张 16 插页 6

字数 403,000 印数 0001—1500 定价 (5) 2.10

1959年3月第1版 1959年3月北京第1次印刷

作者的話

由于供船舶駕駛員学习的无綫电工学这門課程在教学大綱方面有了量和質的提高,因此教科书“船舶无綫电工学”的第三版,較以前各版作了許多改写和补充。

本书叙述了无綫电工学的普通原理,提到了船舶无綫电設備的特点,并討論了航海中所应用的无綫电航海仪器。

作者根据第一版的經驗,認為有必要列入一节“交流电的基本知識”,作为学习无綫电工学的引論。

在本版中,作者尽可能保持了以前采用的方法来描述无綫电电路和仪器中所发生的物理过程。

本书第十三章是由工程师 А. Ф. 馬究德 (Мацюто) 应作者的請求改写而成的。本书在付印前,承技术科学博士 Е. Я. 肖格列夫 (Щеголев) 教授提出了許多宝貴的意見和批評,作者对此特致深厚的謝意。

讀者对本版如有任何意見,請函寄列宁格勒,华西列夫斯基区,柯薩雅大街 15a 号——列宁格勒高等航海学校 (Ленинград, В.О., Косая линия, дом 15a—Ленинградское высшее мореходное училище)。
作者对此将是很感激的。

А. 巴依腊舍夫斯基

目 录

作者的話	vii
第一章 无綫电的发明和无綫电通訊原理	1
§ 1. A.C.波波夫发明无綫电	1
§ 2. 交流电的基本知識	9
§ 3. 无綫电通訊原理	26
第二章 振荡迴路	28
§ 1. 振荡迴路中的固有振荡	28
§ 2. 振荡迴路中的强迫振荡	32
§ 3. 耦合振荡迴路	39
§ 4. 振荡迴路的元件	45
第三章 电磁波(无綫电波)的輻射、傳播和接收	51
§ 1. 天綫	51
§ 2. 电磁能的輻射	55
§ 3. 两綫式傳輸綫的特性	63
§ 4. 波导和空腔諧振器	67
§ 5. 无綫电波的傳播	70
第四章 电子管	83
§ 1. 二极管	83
§ 2. 三极管	91
§ 3. 四极管	98
§ 4. 五极管	99
§ 5. 可变互导管	100
§ 6. 多栅管和复合管	102
§ 7. 电子管的构造	103
§ 8. 离子管	110
§ 9. 电子射綫管	117
第五章 无綫电发送設備	123
§ 1. 阴极管振荡器	124
§ 2. 电子管振荡器的饋电电路	127
§ 3. 自激电子管振荡器的电路	133

§ 4.	高频电流的放大	135
§ 5.	第一类和第二类振荡的概念	138
§ 6.	超短波振荡器	142
§ 7.	高频振荡的控制	149
§ 8.	无线电发射机频率的稳定	168
§ 9.	船用无线电发射机	171
第六章	无线电接收设备	177
§ 1.	无线电讯号的电磁场	177
§ 2.	电磁场对导线的作用	181
§ 3.	无线电讯号的接收	182
§ 4.	电子管无线电接收机	186
§ 5.	检波	191
§ 6.	低频放大器	197
§ 7.	超外差式接收机	201
§ 8.	调频波接收机	214
§ 9.	超短波接收机	218
§ 10.	无线电接收时的干扰	222
§ 11.	耳机和扬声器	225
第七章	船舶无线电测向仪	230
§ 1.	一般原理	230
§ 2.	用垂直天线接收无线电讯号	233
§ 3.	用环状天线接收无线电讯号	237
§ 4.	环状天线与接收机的联接	244
第八章	旋转环状天线无线电测向仪	248
§ 1.	用旋转环状天线测定方向	248
§ 2.	环状天线的天线效应	249
§ 3.	天线效应的消除	255
§ 4.	用环状天线与辅助天线联合接收讯号	262
§ 5.	旋转环状天线无线电测向仪的输入线路	269
§ 6.	旋转环状天线无线电测向仪定边的实际方法	272
§ 7.	定边时的反常现象	278
§ 8.	单边作用的无线电测向仪	280
第九章	固定环状天线无线电测向仪	283
§ 1.	作用原理	283
§ 2.	导向线圈和接收机的联接	288
§ 3.	天线效应的补偿	289

§ 4. 定边	291
§ 5. 固定环状天线无线电测向仪所特有的误差	292
第十章 目测式无线电测向仪	298
§ 1. 半自动无线电测向仪(无线电半罗经)	298
第十一章 无线电自差	305
§ 1. 二次辐射体的概念	305
§ 2. 二次场的相位移(时移)和空间位移	306
§ 3. 类似天线的辐射体的影响	310
§ 4. 环状(迴线型)辐射体的影响	323
§ 5. 船体的影响	335
§ 6. 固定无线电自差	336
§ 7. 横倾、纵倾和涌的影响	338
§ 8. 二次辐射体的总影响(总无线电自差)	341
§ 9. 频率(波长)和船的吃水对无线电自差的影响	346
第十二章 无线电自差的测定与消除	348
§ 1. 概論	348
§ 2. 用目测法测定无线电自差	349
§ 3. 用方位角法测定无线电自差	356
§ 4. 无线电自差系数的计算	359
§ 5. 无线电自差的消除	361
§ 6. 剩余无线电自差的测定	376
§ 7. 无线电自差的检查	377
§ 8. 苏联海上船舶登记局对装置无线电测向仪的要求	380
第十三章 无线电测向仪在航海中的应用	382
§ 1. 概述	382
§ 2. 大圆修正量	384
§ 3. 在海图上绘画方位线	389
§ 4. 利用无线电测向仪测定船在海中的位置	394
第十四章 无线电测向仪的其他误差	403
§ 1. 干扰	403
§ 2. 海岸误差	405
§ 3. 极化误差	406
§ 4. 极化误差的消除	408
第十五章 船用无线电测向仪的说明	412
§ 1. AR-8709A 型无线电测向仪	412

§ 2. CPИ-1 型无线电测向仪	418
第十六章 无线电航标	428
§ 1. 不定向无线电航标	428
§ 2. 定向无线电航标	433
第十七章 雷达(无线电定位仪)	443
§ 1. 引言	443
§ 2. 雷达的作用原理	444
§ 3. 雷达的主要性能	447
§ 4. 天线装置	451
§ 5. 方向的测定	454
§ 6. 天线转换开关	455
§ 7. 指示器	456
§ 8. 定时器	460
§ 9. 发射机	464
§ 10. 接收机	464
§ 11. 雷达在航海中的应用	465
第十八章 双曲线或距离差装置	468
第十九章 海洋船队无线电通讯的主要规章	473
§ 1. 准许无线电台工作的条件和无线电台的工作人员	473
§ 2. 波长的采用, 通报和呼唤的发送程序。通知和无线电报重要性的等级	474
§ 3. 遇难求救、警报和安全讯号	477
§ 4. 特种发送	480
附录	487
中俄名词对照表	502

第一章 无綫电的发明和 无綫电通訊原理

§1. A. C. 波波夫发明无綫电

无綫电对于海洋船队的意义是难以估量的。它不仅是船舶与海岸之間通訊所不可缺少的工具,而且也是航海技术中极有效的工具。

因此,俄罗斯海洋船队成为无綫电的誕生地以及偉大的俄罗斯学者、喀琅施塔得水雷軍官班的教师亚历山大·斯切潘諾維奇·波波夫成为无綫电的发明人,是并非偶然的。

一八五九年三月四日(十六日),A. C. 波波夫誕生在烏拉尔的土林斯基銅矿炼矿厂的居住区(現在的斯維尔德洛夫斯基州謝洛夫斯基区的土林斯基工人住宅区)。

一八八三年,他以卓越的成績毕业于彼得堡大学后,担任了喀琅施塔得水雷軍官班的电工学教师。当时,水雷軍官班是俄国最好的电工学校,A. C. 波波夫在該校工作时,一方面担任了教学工作和科学普及工作,另一方面又努力从事于电学方面的研究,特別在电磁振蕩方面进行了許多的工作。

A. C. 波波夫早在最后完成自己的发明以前,就摒弃了当时国外权威人士的主張,而根据优秀的俄国电工专家И. И. 雅布洛契可夫、А. И. 拉賓琴,И. Г. 斯拉維揚諾夫,В. И. 契考列夫,Д. А. 拉契諾夫等人(其中有許多人他在大学时代就曾經見過面)的成就,一再主張电磁波有实用的可能。

一八八九年三月,在喀琅施塔得海軍會議上,A. C. 波波夫作了以“关于光現象与电現象之間的关系的最新研究”为題的演講,在这次演

講中他說：“目前人体的机构中还没有一种能够察觉以太中电磁波的感觉器官；但是如果我們能够发明一种可以替代我們的“电磁感觉”的仪器，那末就可能把电磁波用来向远距离傳輸訊号。”

不久，偉大的科学家所坚持不懈的研究获得了成果。一八九五年五月七日（四月廿五日），A. C. 波波夫在俄罗斯物理化学协会物理分会的會議上，展覽了他所发明的无綫电接收机。这架接收机当时是用来接收雷电的，因此被称为雷雨指示器。

A. C. 波波夫用以下的話結束了这次展覽：“最后，我可以表示这样一种愿望，只要在将来能够找到具有足够能量的快速振蕩的电源，并把我的仪器作进一步改进，那末借助于这种快速的电振蕩，就可以把我的仪器用于向远距离傳輸訊号。”

科学家的愿望出色地实现了。一八九六年三月十二日，A. C. 波波夫和他最亲密的助手 И. И. 雷布金一起，在彼得堡大学所举行的俄罗斯物理化学协会的例会上，展覽了他們所創造的世界上第一个无綫电收发报台，并用它发送和接收了第一个无綫电报。此后，A. C. 波波夫就与 И. И. 雷布金一起又不懈地从事于进一步改良无綫电台的工作，力求增加它們的作用距离，并使它們适用于兵艦与海岸之間的通訊。

早在一八九七年春，A. C. 波波夫就在喀琅施塔得的停泊場中进行了船舶之間和船舶与海岸之間的无綫电通訊的試驗，并获得了成功。A. C. 波波夫式的第一架船舶无綫电台，不仅用来实际实现了远达三浬之內的无綫电通訊，而且还发现了天气状况、船舶設備、金属索具、天綫悬挂高度等因素对无綫电通訊距离的影响。A. C. 波波夫在考虑了上述的情况后，在一八九八年大大地改进了船舶无綫电台的构造，并在汽艇“小魚号”、巡洋艦“非洲号”和运输艦“欧洲号”之間所进行的无綫电通訊中得到了卓越的成果。在一八九八年九月三日的大暴风雨中，无綫电报已成为船舶之間的唯一通訊工具，并能毫无阻碍地进行工作。

A. C. 波波夫在关于这一年試驗結果的报告中指出：“目前在艦队

船舶之間的通報問題可以認為已經解決。希望在最近期間，能用這種設備和受過業務訓練的人員來裝備幾艘常備艦隊的船舶，以便判斷這種新設備在海務方面日常的和各種偶然事件的应用上所起的功用，大概在不久的將來，所有大的海船都要安裝無線電通訊用的設備，因此船舶在霧天中碰撞的可能性將大大的減少，並且那時在燈塔上，除了備有光源之外，也應該安裝這種無線電設備”。

A. C. 波波夫不僅解決了船舶之間無線電通訊問題，而且在進行試驗的同時，還首先提出了用無線電進行導航的可能性；這種思想由他通過實驗加以証實了。

A. C. 波波夫所發現的無線電波被船身反射的現象和他的關於在航標上“应用了電磁波後，在霧天和在暴風雨的天气中也能夠發現該航標”及“利用桅檣、纜索阻礙或者說遮蔽電磁波的特性，能夠大致地決定航標的方向”的見解，奠定了無線電工程中新部門——無線電導航和雷達的發展基礎。

雖然 A. C. 波波夫的發明有着巨大的科學上和實用上的價值，但他並沒有從沙皇俄國的當權者方面獲得應有的支持。同時，A. C. 波波夫的發明也就象俄國的其他發明所常受的遭遇一樣，很快的被外國的企業家所獲取；這些企業家不僅組織了生產無線電設備的股份公司和商號，而且企圖攫取俄羅斯偉大科學家的發明。

在一八九六年六月，即 A. C. 波波夫發明無線電後一年多，意大利人馬可尼，在英國申請無線電通訊的專利權，並和英國資本家組織了一個股份公司。他曾當眾“展覽”了得到專利權的儀器；然而此儀器却密封在木箱中，不許觀眾看到。但是當一八九七年，馬可尼這個儀器的線路圖被公布時，却被証實在這個神密小箱中，儀器的線路完全是抄襲 A. C. 波波夫的；因為 A. C. 波波夫早在一八九五年五月七日在俄羅斯物理化學協會的一個會議上，就曾作過關於這個線路的報告。並將這個電路發表在三種俄國雜誌上；一八九六年一月的“俄羅斯物理化學協

会杂志”，一八九六年二月的“气象通报”及“电”杂志中。

馬可尼想攫取偉大俄罗斯科学家 A. C. 波波夫的发明的企图，引起了当时进步科学家的憤慨。对 A. C. 波波夫的工作发生极大兴趣的海軍上将 C. O. 馬卡洛夫写道：“波波夫教授第一个发明了无綫电通报的方法。虽然馬可尼的发表是在他以后，但是在英国却組成了一个有很大資本的公司，这个公司毫不吝惜地将資金用在研究和广告上；而当时 A. C. 波波夫却不得不只限于由水雷班出于好意而让他支配的微少的資金。”

外国无綫电公司和馬可尼公司屡次企图劝說 A. C. 波波夫至国外工作。請他到英国、美国、法国和德国；但是 A. C. 波波夫热爱自己的祖国，坚决拒絕了所有这些邀請。他說“我是一个俄国人，我只有权利将我的知識、著作和成就供献給我的祖国。如果我們同时代的人不能了解，那末将来我的后輩也許会了解，我对祖国是多么的忠誠，并且我对自己能够在我的祖国，而不是在外国，发明新的通訊工具而感到幸福”。

俄国不仅是无綫电的誕生地，并且还在俄国建立了世界上第一条实用的无綫电通訊綫。一八九九年，海軍部請 A. C. 波波夫在芬兰灣的哥格兰德島和相隔四十三俄里的柯特加港之間，建立无綫电通訊。这个工程是为了在哥格兰德島上工作的救生队在拯救触礁的鉄甲艦“阿普拉克辛海軍上将号”时需要进行通訊而建立的。在 A. C. 波波夫和 II. H. 雷布金的领导下，在很短的时期內建成了无綫电台。并在一九〇〇年二月开始正規工作。

在这个无綫电台开始工作的第一天，从彼得堡拍来了一个电报，命令破冰船“叶尔瑪克号”的船长去拯救被冰块带至海中的漁夫。当时 A. C. 波波夫在柯特加，他就将这个电报用无綫电轉发至破冰船“叶尔瑪克号”的所在地——哥格兰德島。船长执行了命令，将破冰船开往海中营救漁夫。因此，世界上第一条实用无綫电通訊綫的开辟从一开始就被用来拯救人类的生命。

鉴于无线电在哥格兰德島上的运用經驗，海軍部在一九〇〇年頒布了一个将无线电报作为軍艦上主要通訊工具的命令。在同一时期，为了商船队的需要，在頓河上的罗斯托夫也开始建立两座无线电台。

虽然 A. C. 波波夫和艦队的其他代表，特别是海軍上将 C. O. 馬卡洛夫一再要求发展无线电設備的生产，但是无线电在俄国还是发展得很慢。这是由于那批在外国技术面前卑躬屈膝，不信任祖国技术发展的沙皇官員的頑固和保守阻碍了它的原故。

沙皇政府在与日本作战以前，向国外訂制了一批供軍艦上用的无线电設備。A. C. 波波夫屡次为了外国公司所造的設備質量低劣而向海軍机关要員提出警告，但是他的警告并未发生应有的作用。

还是由于 A. C. 波波夫的战友，俄国无线电专家們的毅力和坚持，終于一九一〇年以波波夫所創設的喀琅施塔得无线电工場为基础，建立了无线电工厂（海軍机关的无线电报軍需处）。不久此工厂就掌握并出产了許多类型的船舶无线电台，并将外国的无线电設備从艦队上排挤了出去。

在一九〇五年 A. C. 波波夫逝世之后，无线电工程进一步发展的任务就由最著名的俄罗斯科学家——M. B. 叔列金、H. H. 捷克林斯基、A. A. 彼得洛夫斯基，B. II. 伏洛格琴等无线电专家，担負起来了。这些科学家使俄罗斯的科学保持了领导的地位，并为无线电工程的发展带来了极大的贡献。

M. B. 叔列金首先研究出关于接收船舶无线电台的未調波信号的方法。这也就是英国和法国无线电专家們长期研究而不曾解决的一个問題。M. B. 叔列金研究了在无线电通話中利用高频振蕩器的方法后，首先指出調制波工作时，有边带存在，并写出了調制波的方程式。

M. B. 叔列金，在世界科学領域中，第一个創立了无线电波沿地面傳播的理論，并为无线电波在电离层中折射的現代理論奠定了基础。

B. II. 伏洛格琴創造了高频发电机和倍頻器。

以上这些例子，只是俄罗斯科学家們在发展无綫电工程方面的一部分成就。

偉大的十月社会主义革命之后，无綫电工程的发展获得了决定性的成就。苏联国家的英明領袖和組織者 B. II. 列宁和 II. B. 斯大林，从革命的第一天起，就对无綫电工程和无綫电广播的发展加以特別的重視。

一九一八年七月十九日，B. II. 列宁在“集中无綫电工程事业”的指令上签了名。

指令中規定：

(1) 将莫斯科、彼得格勒、特維尔及其他城市的最大的无綫电台，从軍事机关移交給人民邮电委员会；

(2) 組織广大的无綫电接收台网；以退伍水兵中的无綫电报务員作为其中服务人員的骨干；

(3) 成立无綫电技术委员会，其任务首先是拟訂无綫电台网的設備和使用計劃，并作为完成这个計劃的最高監督；

(4) 将所有的无綫电工厂移交給最高人民經濟苏維埃，借此奠定苏联无綫电工业的基础。

在一九一八年十二月，B. II. 列宁在建立尼日哥洛德斯基无綫电实验室的指令上签了名；此后，这个实验室对苏联和世界的无綫电工程的发展起了卓越的作用。吸收了以 M. A. 邦齐勃罗也維契为首的許多杰出的专家到这里来参加科学研究工作。一九二二年五月十九日，B. II. 列宁在給 II. B. 斯大林的信中，提議通过关于超預算撥款十萬金卢布的政府決議，并写道：“給尼日哥洛德无綫电实验室布置任务，要他們以尽可能快的速度完成在全国內裝置合适的揚声器和几百架接收机，以便向广大的群众轉播莫斯科和其他行政中心所播送的发言、报告和演說”。

实验室的全体人員，在一九二二年，于莫斯科建立了当时世界上功

率最大的无线电广播电台。这个电台的功率达12瓩；可是当时纽约电台的功率只有1.5瓩，而巴黎和柏林电台的功率也不超过5瓩。从建立这座电台时起，苏联在世界无线电建设上，直到今天仍旧占着第一位。

莫斯科电台的第一个广播音乐会，是在一九二二年九月十七日播送的；但是英国却在一九二二年十一月才开始播送，法国在一九二二年十二月，而德国则在一九二三年十月底。

斯大林的五年计划使苏联的无线电工程有了极大的发展。先进的无线电工业、许多无线电工程方面的科学研究机关、高等学校和技术学校，都建立起来了。在很短的时期内，全国都密布了无线电广播网和无线电报网。一九三二年，在莫斯科建造了一个以“共产国际”命名的、世界上功率最强的无线电台。

最杰出的苏联无线电专家 A. A. 閔次、П. П. 依万诺夫、Н. П. 奥加诺夫、B. Г. 谢里伏亨、M. П. 白塞拉也夫、З. П. 莫台尔、П. X. 涅维雅斯基等完成了新颖的强力电台构造的设计。外国的工程师不得不承认这些新机器的优点，并仿造它，例如在美国辛辛那提和在英国建造的强力电台就是一个例子。

在伟大的卫国战争时期，根据 П. В. 斯大林同志亲自的指示，建造了世界上最大的、极强力的无线电广播台，在建造这个电台中充分地体现了苏联无线电技术的最新成就。

除了建造强力的无线电台以外，苏联的无线电专家，在无线电工程的其他方面，也有着巨大的成就。苏联无线电物理学家 A. П. 曼杰列士坦姆、Н. Д. 巴巴列克西、A. A. 安德罗诺夫、Н. Н. 保格留勃夫、Н. М. 克雷洛夫和他们的许多学生的工作都是苏联科学之光。苏联科学家 M. B. 叔列金、B. A. 佛克、B. A. 维琴斯基、M. A. 列昂托维契、A. H. 舒金、Д. A. 罗兹斯基等的研究揭露了外国科学家的严重错误，并创立了正确的无线电波传播的科学理论。

在苏联,基于国内无綫电工程的成就,已使得在技术和工业上应用无綫电技术方法的新領域获得了发展,首先必須指出,用高频电流的金属淬火,是由苏联无綫电工程先鋒之一,斯大林奖金获得者、苏联科学院通訊院士、第一个荣获 A. C. 波波夫金质奖章的 B. II. 伏洛格琴所創始的。

无綫电技术在医学、天文学、气象学及其他的科学和技术部門中,已获得了广泛的应用。由于苏联科学家的研究,已創立了一門新的科学——无綫电天文学,为宇宙科学方面新的、更重要和有意义的发现提供了前提。

著名的苏联海員天文学家 H. II. 馬都昔維契,首先研究出用无綫电訊号測定經度的最准确的方法,并将它实际地用在布尔潤夫的主要天文台上。

在社会主义建設中,无綫电起着重要的作用。在任何气象条件下和在任何时刻,在許多海洋、空中和江河的航綫中,无綫电保證了可靠的通訊和船舶与飞机的安全航行。无綫电在偉大的斯大林的共产主义建設中、在苏联的鉄路運輸中、在社会主义农业中,都有着广泛的应用。

苏联的无綫电广播,已体现了列宁关于数百万人的群众大会,和不用紙張、沒有距离的报纸的理想。

第十九次党代表大会关于一九五一年至一九五五年苏联第五个五年計劃的指示規定了进一步发展包括无綫电通訊在內的所有通訊工具。

新的五年計劃决定要大大地增加广播电台的功率、扩大超短波无綫电广播和无綫电中繼制通訊的使用及进一步发展电视。

用新式的无綫电通訊設備及以使用上方便、可靠的最新电航及无綫电航仪器来装备船舶,将有助于海运事业完成第十九次党代表大会的指令——提高海运事业的工作質量、縮短貨物送达消費者的交付日期,改善港口的工作和縮短船舶的停泊時間。

§ 2. 交流电的基本知識

大小和方向都改变的电流称为交流电流。

在工程中,通常采用周期性变化的交流电流,即每隔相等的时间间隔后,回复原值的交流电流。

电流和电压完成整个一个变化循环所需的时间,称为周期。周期以秒或几分之一秒为单位,并用字母 T 来表示。

每秒中的周期数,称为交流电流的頻率,并用字母 f 表示。頻率以赫茲(Hz)——周/秒、千赫茲(kHz)——千周/秒、或兆赫茲(MHz)——兆周/秒为单位。

周期 T 与頻率 f 之间的关系如下:

$$T = \frac{1}{f}; \quad f = \frac{1}{T}$$

依照正弦規律变化的交流电流称为正弦交流电流。它是工程中常用的、最简单的交流电流。正弦交流电流的图形如图一所示:

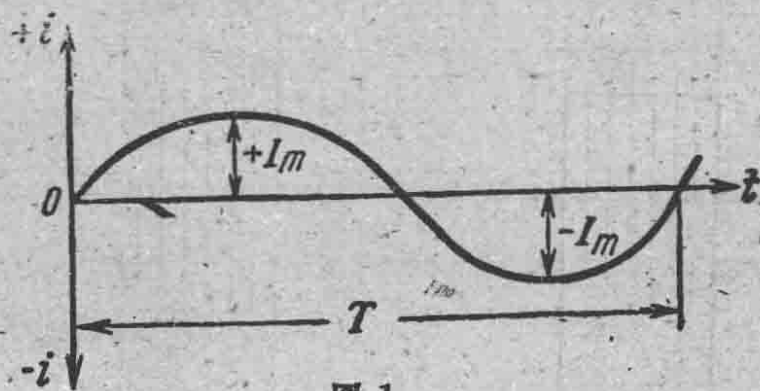


图 1

交流电流和电压的特性,除了变化周期 T 和頻率 f 外,还要用它的大小来表示。交流电流和电压的大小有四种不同的表示法:瞬时值、振幅值、有效值和平均值。

交流电流或电压的瞬时值是該电流或电压在某一瞬間的数值。

交流电流或电压的振幅值是該电流或电压在它的一个变化周期中的最大值。