



# 无线电爱好者读本

苏联B.Г.包利索夫 著  
刘天郊 查济璇 译  
人民邮电出版社

В. Г. БОРИСОВ  
ЮНЫЙ РАДИОЛЮБИТЕЛЬ  
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1955

內 容 提 要

本書理論和實踐並重，由淺入深地引導初學無線電的讀者進入無線電的大門。本書內容極為豐富，由無線電的發展，最基本的電學知識談起，以後結合矿石機、單管機、簡單交流收音機、超外差收音機、介紹檢波器、耳機、電子管、電池、整流器、放大器等工作原理，並在講明原理的基礎上參插着介紹怎樣裝制矿石機、單管機……以及怎樣測試、調整等等。最後還講到雷達、電視、傳真等應用無線電的新部門。

書中共有三十多個可供實際裝制的收音機電路，且有詳細的說明。

無 綫 電 愛 好 者 讀 本

著 者：蘇 聯 В. Г. 包 利 索 夫  
譯 者：劉 天 郊 查 濟 瓊  
出 版 者：人 民 郵 電 出 版 社

北京東四六條13號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八號)

印 刷 者：北 京 印 刷 廠  
發 行 者：新 華 書 店

開本787×1092 1/16

1958年6月北京第一版

印張14 14/16 頁數119

1960年2月北京第三次印刷

印刷字數390,000字

印數38,351—43,650冊

統一書號：15045·總755—無188

定價：(9) 1.70元

# 目 录

## 第一讲 无线电——俄罗斯的发明

明物 ..... 1

无线电发明者的童年时代和少年时代 无线电的诞生 第一条无线电通信线路 理想实现了

无线电是属于劳动人民的 苏联的无线电技术

## 第二讲 苏联的业余无线电活动 ..... 5

从业余无线电活动的历史谈起 少年无线电爱好者 业余无线电活动的组织 从哪里开始 怎样学习无线电技术

## 第三讲 谈谈振动、波、声音和电流 ..... 9

振动 波 声音 振动的周期和频率 电流 电子是什么 导体和绝缘体 电流是怎样产生的 直流电和交流电 交流电的频率 电流的热效应、化学效应和磁效应 用电流傳遞声音

## 第四讲 无线电发送和无线电接收的初步介绍 ..... 18

无线电波的辐射 调制 无线电波的波长 无线电波的波段 各种波长的无线电波的传播 接收无线电的机器

## 第五讲 怎样架设天线和地线 ..... 23

架设怎样的天线 地线 架设天线所需的材料 天线架设地点的选择 把天线杆装在屋顶上 在地面上竖立天线杆 天线的悬挂 引下线的装置和避雷开关的安装 怎样使用避雷开关 单杆天线 室内天线 代用天线 临时天线

## 第六讲 最初的几个试验 ..... 31

做试验需要些什么 感应线圈的制作 第一个试验——装配一个易变式线路 第二个试验 第三个试验 还有两个试验

## 第七讲 怎样看无线电线路图 ..... 37

线路图是什么 零件在线路图中的代表符号 第一个试验的原理图 第二个试验的原理图 第三个试验的原理图 最后几个试验的原理图 收音机的高频部分和低频部分

## 第八讲 自制矿石机 ..... 40

矿石机的底板 接线 自制零件 矿石机的装配程序 用分段线圈的矿石机 用滑动触片调谐的矿石机 用可变电感器的矿石机 固定调

谐的矿石机 用可变电容器的矿石机 用金属片调谐的矿石机 矿石机的装设及使用 矿石机的故障 增大耳机的响度

## 第九讲 怎样焊接 ..... 52

焊料 焊药 烙铁 焊接

## 第十讲 电容器 ..... 55

电容器是怎样构成的 电容器的充电和放电 电容量 电容器的接法 电容器的特性 固定电容器 可变电容器 微调电容器 看不见的电容量 自制固定电容器 自制可变电容器

## 第十一讲 感应线圈 ..... 63

自感应 感应线圈 绕制线圈用的导线 蜂房式线圈 “万用”式线圈 线圈的固有电容量 间绕线圈的绕制法 带高频铁粉心的线圈 高频扼流圈

## 第十二讲 振荡回路 ..... 69

机械振动 回路中的电振荡 回路的振荡频率 谐振 闭合式振荡回路 开放式振荡回路

## 第十三讲 耳机 ..... 73

电磁式耳机 为什么需要永久磁铁 电磁式耳机的构造 耳机的调整 最简单的测试器及其使用法 压电晶体式耳机

## 第十四讲 检波器 ..... 77

检波偶 检波器是怎样工作的 硅检波器 具有固定灵敏点的检波器 方铅矿检波器 怎样做氧化铜检波器 自制晶体检波器 自制方铅矿检波器 石墨检波器

## 第十五讲 电工学的巡礼 ..... 81

电能的源泉 原电池 电路和电流的方向 蓄电池 电动势、电位差和电压 电阻 电感性 欧姆定律 电功率 固定电阻 可变电阻 电阻的接法 电路的附加电阻对电流的影响 分压器与电位器 电池和电池组的接法

## 第十六讲 电子管 ..... 90

电子管的构造 二极管的工作原理 三极管的工作原理 最简单的放大器 电子管的阴极 四极管、束射四极管与五极管 电子管的类型和代表符号 交流式电子管 电池式小型电子管 电子管的管脚排列 花生管

**第十七講 从矿石机到电子管收音机**

电子管 二極管檢波器 矿石机用的單管放大  
器 最單的單管机及其工作原理 板流的分  
量及它們的分离 怎样裝制最簡單的單管机 收  
音机的灵敏度

**第十八講 再生式單管机** 105

用單管机做的試驗 再生 固有振盪 用  
再生來放大 調節再生的方法自制電池式單管再生  
机 再生机的繞圈 波段开关 再生机的結構  
設計與安裝 自制的电子管底座 再生机的測試  
與其使用 交流單管再生机

**第十九講 變壓器與低頻扼流圈** 111

什麼是變壓器 變壓器的作用 變壓系數  
變壓器的變換功率 低頻變壓器的結構 級間  
變壓器 輸出變壓器 電源變壓器 按照簡化  
的算法來設計電源變壓器 低頻扼流圈

**第二十講 用揚聲器收聽** 118

高頻振盪的放大 低頻振盪的放大 輸出管  
柵偏壓 直接放大式收音机

**第二十一講 自制電池式收音机** 123

再生兩管机 經濟式兩管机 使用电子管  
CO-243 的收音机 旅行收音机用電動式揚聲器的三  
管机

**第二十二講 收音机用電池與電池組** 134

工業生產的電池與電池組 收音机用電池組與  
電池的選擇 電池組的維護 已放完電的電池的  
復活 自制電池與電池組

**第二十三講 收音机用市電供電** 139

交流電整流的工具 半波整流器 全波整流  
器 平滑濾波器 簡單的半波整流管整流器  
全波整流器 全波整流管整流器 由交流市電供電  
的不用變壓器的電源 倍壓 整流器的使用方法  
由直流市電供電

**第二十四講 自制交流收音机** 146

簡單的兩管收音机 雙三極管收音机 用電  
動式揚聲器的三管机

**第二十五講 揚聲器與拾音器** 152

揚聲器 舌簧式揚聲器 電動式揚聲器  
拾音器 拾音器的接法

**第二十六講 收音机的測試器，簡單的測  
量儀器** 156

收音机的測試器 電氣測量儀器 磁電式電  
表 直流伏特計 歐姆計 歐姆計的應用  
伏-歐計

**第二十七講 收音机的測試和調整** 164

整流器與輸出級 低頻部份與檢波器 高頻  
放大級的測試 回路的調諧 自激振盪的消除

交流聲的消除 收音机的最後調節

**第二十八講 學校廣播站** 169

廣播站是怎样工作的 廣播站的原理圖 另  
件 放大器的結構與安裝 調整 廣播站的裝  
備 廣播站的使用

**第二十九講 有益的建議** 175

振盪回路和它的接法 陰極檢波器 柵極檢  
波器——調諧指示器 回復式繞路 低頻放大器

**第三十講 超外差式收音机** 180

从直接放大式收音机到超外差机 變頻 七  
極管變頻器 我們的第一架交流超外差机 我們  
的第一架電池式超外差机 超外差机的調整 超  
外差机的優點 ПЛ-1 型全波段超外差机

**第三十一講 大眾化收音机** 193

“共青團員”牌矿石机 “圖拉”牌收音机 “莫  
斯科人-3”牌收音机

**第三十二講 光电管及其應用** 197

光电效应 現代的光電管 光電流的放大  
自制光電繼電器 我們的助手

**第三十三講 录音与放音** 203

机械录音 电气-机械录音 唱片 光录  
音 磁录音

**第三十四講 傳真** 207

由点組成的圖画 用傳真傳送照片

**第三十五講 电视** 209

电视圖像 “电眼” 接收用的电子射綫管  
發送用的电子射綫管 电视的發送

**第三十六講 雷达** 215

回声 無線電回波 雷达站的工作原理  
天綫設備 振盪器 雷达站的方框圖 雷达的  
應用

**第三十七講 高频技术的应用** 219

远距离控制机械 在高频電場中 金屬的高  
頻淬火与冶煉 寻找金屬

**第三十八講 为学校物理試驗室与無線電**

小組制备直觀教具 223

A. C. 波波夫的第一架無線電接收机的模型

A. C. 波波夫的雷暴指示器的簡化模型 教學用高  
頻電流振盪器及其試驗 無線電收音机的示教板

**結 束 語** 229**附 录**

1. 接收放大管与整流管

2. 輸出變壓器

3. 電源變壓器

4. 電動式揚聲器

5. 电容器的電容量与电阻的阻值在原理圖上的代  
表符号

## 第一講 無線電——俄羅斯的發明物

每年5月7日苏联都要紀念“無線電節”。这个节日是苏联政府規定的，以紀念俄国科学和技术史上最出色的事件之一——無線電誕生日。

1895年5月7日喀琅施塔得水雷学校的教員亞历山大·斯捷潘諾維奇·波波夫在彼得堡的俄罗斯物理化学协会的會議上全世界第一次表演了他所發明的無線電接收机。

### 無線電發明者的童年时代和少年时代

亞历山大·斯捷潘諾維奇·波波夫是1859年3月16日誕生于北烏拉尔的“圖林矿山”的一个工人住宅区里（即現在的克拉斯諾圖林斯克城）。他的童年也是在那里渡过的。

薩沙（即亞历山大的爱称——譯者註）是一个爱劳动，头脑聪慧，富有好奇心的孩子。銅矿矿山里的各种机械經常引起他的注意。薩沙觀察了机械的工作情况以后，就建造了一座自己的玩具“矿山”，这个“矿山”里所有的机械靠一个水輪来推动，水輪又为一条小河的水流所推动。

当时才出現的电鈴使这位十二岁的孩子深深地感到兴趣。在他所認識的几位矿山工程师的帮助下，薩沙自己制造了一个电鈴和一对原电池。他把这几件东西和一只他自己修理好了的小鐘联在一起，做成了一个“电關鐘”。關鐘工作得很好，这使薩沙十分滿意。

亞历山大·斯捷潘諾維奇·波波夫讀完中学后，于1877年考入彼得堡大学的物理数学系。

在这个大学里电学一課成了他很喜爱的科目。但是学校不能在这方面給他很多的知識，因为关于电的科学在当时还不發达，尽管实用电工学已經积累了不少的經驗。亞历山大·斯捷潘諾維奇·波波夫在大学學習的同时，还在建設俄国第一座發电站的工作中当着电气技師，这使得他在电工技术方面的知識更加充实。



A. C. 波波夫

### 無線電的誕生

不久波波夫就很快地成为电能实际应用方面的很出名的專家，并于1883年被聘为喀琅施塔得水雷学校的教員。在这里，除了教学工作外，他还进行了科学研究——研究电火花（小型閃电）的性質。当时的学者已經知道借助于电火花可以得到一种高频电流，这种电流会产生看不見的和人的任何一种感觉器官所感觉不到的电磁波。当时人們也知道这种波以等于光的速度——每秒鐘300000公里在空間傳播，同时，当它在途中遇到导电体时，便在导电体中激起高频电流。但是沒有一个学者能找到实际应用电磁波的方法。

当时俄国的艦队已經有了新的技术装备。艦队需要新的通信工具以战胜辽闊的海洋。而亞历山大·斯捷潘諾維奇·波波夫完全感到了这种需要。

波波夫不仅是一位优秀的学者，而且还是新的科学发明的积极宣传者。他常常向军官和海军员作关于电工技术方面的新事物的讲座或报告，同时用自己制造的仪器作公开表演。

波波夫在开电磁波讲座和做电火花实验时，已经确信可以利用电磁波不用导线来远距离传递信号。

他是一个热爱自己祖国的俄国人，因此才能不惜自己的力量来寻求那新的在当时人们还不知道的祖国海军又十分需要的通信工具。

由于毫不动摇的坚持和确信自己的想法，经过多年的顽强劳动后，波波夫终于发明了一种能在一定距离内接收电磁波的仪器。

波波夫于1895年5月7日在俄罗斯物理化学协会物理部的一次有历史意义的会议上向俄国的学者们公开实验了这个仪器——世界上第一架无线电接收机。电磁波的来源，是由波波夫特制的放电器的电火花产生的。电磁波的接收是借助于一段悬于空间并与仪器相连接的金属线完成的。这就是世界上第一根天线。

当继续用他的接收机做实验时，波波夫发现大气中的放电对接收机也会发生作用。这个发现使得发明家想到可以稍稍改变一下接收机的构造而利用它来记录即将来临的雷雨。波波夫制造的这种接收机，后来被称为“雷暴指示器”。

1896年3月24日无线电发明者在物理数学协会的会议上在俄国学者面前公开表演了自己的新成就——不用导线传递信号，在250公尺内接收这些信号而把它们记录在纸带上。

用无线电通信的可靠距离的极限迅速地增

加着。1899年波波夫完成了新的光辉的发明——制造了一个接收机，这种接收机可以借助于听筒用听觉来接收无线电信号。这使得无线电通信的距离大大增加了。

### 第一条无线电通信线路

1899年深秋，装甲舰“海军上将阿普拉克辛将军”号在大风雪中迷失了方向，于是在芬兰湾荷格兰特岛荒蕪的岸边石头上搁浅了。由这个岛到大陆上最近的城市——果特卡(芬兰)约有45公里。由于在岛与陆地间很难建立有线通信，使营救工作发生阻滞，于是无线电来援助了，亚历山大·斯捷潘诺维奇·波波夫和他的助手雷布金为了保证可靠的双工通信，在岛上和陆地上分别设立了无线电收发电台。

1900年2月5日14时15分，在荷格兰岛上的雷布金收到了波波夫从果特卡打来的简短的无线电报，电报上写着：

“耶尔马克号舰长：在拉文萨阿里附近，就在浮冰上的渔夫和我们失去联系，请去援救”。

当时正在荷格兰岛附近的“耶尔马克”号破冰船立刻拔锚，出动寻找，最后从冰块上救出了27个渔夫。这些人就由于用了无线电而获救，这是俄国技术的一个新的、巨大的胜利。

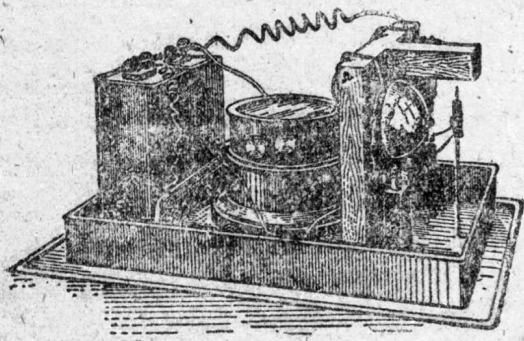
著名的俄罗斯舰队司令官斯捷潘·奥西波维奇·马加洛夫曾经向波波夫祝贺这个光辉的成就和巨大的科学上的胜利。

第一条无线电通信的实际线路就这样开始起了作用，无线电也就这样争取了生存的权利。

### 理想实现了

伟大的无线电发明者没有将自己的活动局限于装备舰队上。他想更广泛地运用这个新的通信工具，于是他研究并顺利地在军事演习中运用了第一批军用无线电台，作了用气球与地面联系的实验。这样他就打下了在陆军和空军中应用和发展无线电的基础。

此外，波波夫还作出过一个重要的发现。1897年夏天，当从运输舰“欧洲”号向巡洋舰“非洲”号作传递信号的实验时，他发现当某一



A. C. 波波夫的第一架无线电接收机



波波夫在荷格蘭島設立的無線電台

第三艘船在這兩艘船間通過時，信號的可聞度就減小或者甚至于完全消失。這使波波夫想到借助於無線電接收機可以發現在無線電波道路上的船只。這樣一來，遠在用來發現和確定空中、海中、陸地上各種物體的所在地的現代無線電定位術出現以前，無線電發明者就作出了可以實際運用這一現象的結論。

外國資本家不止一次地向波波夫表示要以巨款收買他的發明。但是，作為自己祖國真正的愛國者，他每一次都回答說：“我是俄國人，因此，我有權利把我的全部知識，勞動和成就只貢獻給我的祖國”。

波波夫於1906年1月13日逝世。

### 無線電是屬於勞動人民的

1917年11月6日在偉大的十月社會主義革命最緊張的時刻里，“阿芙羅爾”號巡洋艦上的無線電台廣播了軍事革命委員會關於與反革命進行鬥爭的指令——“一切為了革命”。

在偉大十月革命緊急的日子里無線電就這樣開始為人民服務。

在蘇維埃政權成立最初的日子起，蘇維埃

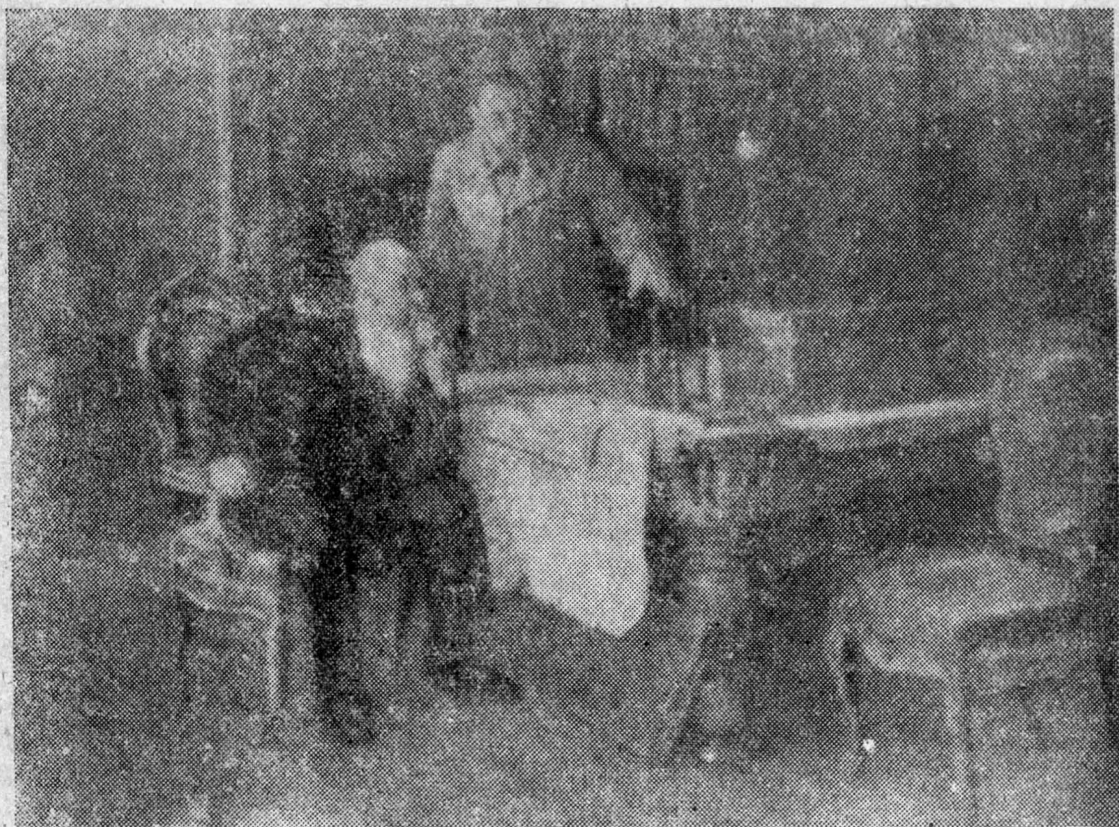
政府和黨就非常注意無線電事業在蘇聯的發展。1918年在尼日哥羅得城就建立了無線電實驗室——蘇聯無線電技術領域中的第一個科學研究機關。

這裡所進行的工作不僅對於發展蘇聯的無線電技術，而且對於發展世界的無線電技術都有着巨大的意義。無線電領域的極其偉大的發明家，第一座強力無線電廣播電台的創建人米哈伊爾·亞歷山大洛維奇·蓬奇-布魯耶維奇領導了這個實驗室的工作。

由於蘇維埃政府和黨的支持，還遠在國內戰爭和經濟遭受破壞的時期，尼日哥羅得城無線電實驗室在發展蘇聯無線電技術方面就取得國外所沒有達到的巨大成就。

早在1919年末蓬奇-布魯耶維奇就已經成功地把人的講話用無線電發送到達很遠的距離。

當列寧知道了這些工作以後，他以其天才的預見估計到這些工作的重大意義。在給蓬奇-布魯耶維奇的信中，他寫道：你創造的“不用紙和沒有距離的報紙”將要成為一件偉大的事業。我答應您給這個和類似的工作以一切全力



波波夫在海軍上將馬加洛夫面前表演世界上第一個無線電設備（取自畫家И.С.索洛金的作品）

的協助。

1922年8月21日由尼日哥羅得城無線電實驗室所建造的最強力的無線電報話電台在莫斯科落成了，當時德國和法國最大的報話電台的功率為它的 $\frac{1}{2.5}$ ，而美國的僅為它的 $\frac{1}{8}$ 。四年以後，在莫斯科建立的一座新的無線電發送台，它的功率幾乎為先前在1922年工作的發送台的4倍。1922年9月17日，曾經通過莫斯科無線電台廣播了第一個大音樂會。

蘇聯的無線電廣播就這樣產生了。英國和法國的無線電台要比蘇聯晚三個月才開始無線電廣播，而德國則是在1923年末才開始的。

1924年6月蘇聯人民委員會作出決議，允許一切公民和組織安裝無線電接收機，並開始大量生產無線電接收機、無線電零件，大量出版無線電技術方面的書籍。蘇維埃全國無線電化起來了。

於是，無線電就成為廣大人民羣眾的財富。

### 蘇聯的無線電技術

在幾個五年計劃的年代里，蘇聯的無線電技術就達到極其高度的繁榮，當時全國佈滿了無線電廣播電台網、無線電轉播站網和接收機網。如今蘇聯的無線電波遍及全國各個角落，沒有一個地方沒有無線電接收機或無線電收音站，沒有一個地方聽不到莫斯科的聲音。

無線電廣播在蘇聯已經成為進行政治教育和國民教育最有力的工具。由於共產黨和蘇聯政府的關懷，蘇聯的無線電廣播已成為列寧所嚮往的“有千百萬聽眾的羣眾大會”。

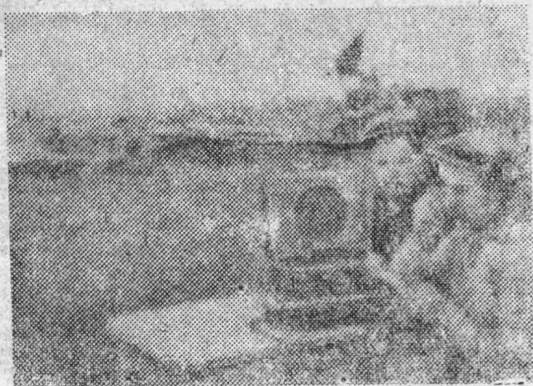
無線電已牢固地深入蘇聯人民的文化和日常生活中了。

蘇聯的無線電台用他們多民族國家人民的70餘種語言和許多種外國語言進行廣播。它們向全世界發出真理的聲音和先進的共產主義的思想，它們聲援了為爭取全世界的持久和平和各國人民間的友誼而進行的不倦的鬥爭，揭露了新戰爭挑撥者的狡詐陰謀。

無線电是一种不可缺少的、在許多場合下甚至是唯一的通信形式。

苏联的陸軍、空軍和海軍已經很好地用無線电通信工具装备起来。在苏联的軍艦、飞机和坦克里，在軍隊的連队里都有各种用途的無線电台。

在偉大衛國战争的年代里，当苏联的武装力量將法西斯侵略者从神聖的苏联国土逐出而展开大規模进攻战役的时候，無線电通信起了巨大的作用。



無線电台帮助人們有效地領導田間生产

無線电通信在国民經济的各个不同領域里得到日益广泛的应用。

机器拖拉机站和拖拉机工作队之間借助于千百架“丰收”牌無線电台而进行联系，这种無線电通信保證了有效地进行田間生产的領導。

在調車機車、貨車和客車的司机以及火車站的行车調度員之間，在建筑工地上，在有火災的地方，为了进行远距离交談都广泛地应用了無線电通信。

但是，無線电广播和無線电通信仅不过是無線电技术的一部分而已。

無線电不仅使人們能在远距离內收听，而且还能观看。在莫斯科、列宁格勒、基輔和哈尔科夫都有电视中心，它們把音乐会、歌剧、

芭蕾舞、电影、运动比赛等等給电视观众“送到家里”。在最近几年內，在苏联的許多大城市里都將建立新的电视中心。

苏联的电视中心能將圖像發送得如此清晰，这在其他許多国家都还是做不到的。

在偉大衛國战争的年代里，雷达站曾协助苏联的海員、飛行員和炮手及时地發現敌人的飞机和軍艦，并予敌人以歼灭性的打击。但是，雷达不仅为战争目的服务，它与無線电通信一同保證了在任何天气下安全地进行飞机和船只的导航。

雷达也給科学帶來了很多好处。由地球上強力雷达發出的無線电信号到达月球后，在月球上反射并回到这个站的接收机里。这样就帮助了学者們来校准到达月球的距离。

地質学家利用無線电仪器来勘探地下的矿藏，这样就可以避免需要化費很多時間和費用很大的鑽探。

無線电在医学上被广泛地应用来医治某些严重的疾病。用無線电器件可以杀死各种有害的細菌，可以給食品消毒。

苏联是全世界首先开始在工業上应用高频电流的金属淬火和冶炼，这对于現代的机器制造业有着十分重大的意义。

高频电流广泛地被应用于快速焙干木材焙干粮食上以及其他目的上。

借助于一种苏联制造的無線电探测器——裝气球上的很輕的自动作用的無線电發送机，气象学家可以观察高空的大气状况。

無線电仪器使人們可以远距离控制机器，可以做出極其准确的測量，进行極复杂的观察，进行高质量的录音。在無線电技术的基础上已經制造出十分新穎的乐器。

以上所述远远不是为波波夫所奠基的無線电技术的所有可能用途的全貌。

## 第二講 苏联的業余無線电活动

在人类知識的任何一个領域里，沒有一个能像無線电技术那样成为如此羣众性的、包括各种年龄和各种职业的人的業余社会技术活

动。業余無線电活动——这是一种有力的运动，它使得千百万热心者都参加到無線电实践中去，把他們的閒暇貢獻給这門技术。

苏联的业余無線电活动还有一个特点：它在过去和现在都帶有一个为自己的祖国、为祖国的技术繁荣和文化發展而服务的理想。

已去世的苏联科学院主席、С.И.瓦維洛夫院士就曾这样指出过苏联业余無線电活动的意义。

苏联的业余無線电活动有着创造性的特点，它是紧密地与社会主义建設的实践活动相联系着的，無線电爱好者積極地参与祖国無線电化的工作，把無線电技术的方法推广到国民經济的各个不同的部門。他們創造出新的、独创性的設計品、他們进行实验，促进無線电通信、电视和录音的發展，他們还在为学习無線电技术所需的直观教具的創制上从事工作。

业余無線电爱好活动促使劳动人民的一般技术知識的提高，同时也是祖国的無線电化，無線电工业和苏联武装力量等方面的干部的源泉。

### 从业余無線电活动的历史談起

任何一件新發現或發明总会引起許多人的注意——总要出現这种新东西的爱好者。無線电發明后的情形也是这样。几乎在波波夫的發明刚一傳出去以后，各种年龄和各种职业的人们就开始独立地做起波波夫的实验来，这样就出現了这个新的通信工具的第一批爱好者——無線电爱好者。其中某些人后来成了苏联無線电技术方面的創造者。

但只是在苏維埃政权下，真正的、羣众性的业余無線电活动才在苏联展开并很快地發展起来。

尼日哥罗得城实验室所做的最初的帶有試驗性的無線电话通信就已經引起了千万人的注意。全国各城市的个人或集体都想听到尼日哥罗得城实验室的無線电台的声音。成千上万的人们都希望了解这个新的無線电技术，他們曾参观了这个实验室及其制造車間。

許多苏联無線电專家都曾談到参观尼日哥罗得城实验室决定了他們的前途問題。

苏联业余無線电运动的高潮开始于1924年。这是由于莫斯科开始正規广播以及苏联政

府頒布的关于“以太自由”的決議而引起的。尼日哥罗得城实验室响应了这个运动，开展了無線电爱好者的工作。它組織了尼日哥罗得城無線电爱好者协会，并且出版了一系列的通俗小册子，如：“电和無線电”、“自制矿石收音机”、“自制电子管收音机”及其他等等。

1924年8月15日，羣众性的科学技术杂志“無線电爱好者”的第一期出版了。这一期在几天之内就卖完了。而为了满足無線电爱好者的需要，只好又重印了許多份。

现在已改用“無線电”这名称出版的“無線电爱好者”杂志，在向居民傳播無線电知識和發展业余無線电运动方面曾起过很重要的作用。

到1924年初为止，由苏联城乡無線电爱好者制造和装配的無線电收音机还只有几千架，而在1925年1月，就已出現了無線电爱好者制造的無線电發报机。

1925年6月6日，为了紀念波波夫發明無線电30週年，第一个全苏無線电展覽会在莫斯科开幕了。在展覽会上陈列了無線电爱好者的設計品、苏联年輕的無線电工业所生产的产品和苏联無線电技术的最新成就。

1926年3月1日，“無線电之友”协会全苏代表大会开幕了。到这时为止城乡已經有了几十万个組織在小组里的無線电爱好者。

随着祖国無線电技术的不断發展，业余無線电活动也成長和巩固起来了。越来越新的东西都被千百万無線电爱好者不断地掌握、应用和改进着。他們还把自己的新的、由实验得出来的东西充实到無線电技术里去。現在，無線电爱好者們正成功地研究着接收和發送技术。研究电视、录音、測量仪器、遙控力学以及無線电技术中的許多其他方面的东西。

無線电爱好者在全国無線电化的事業中作出了很大的貢獻。几十万部由他們制造的無線电接收机和無線电台在苏联各个不同角落里安裝着和使用着。几千个無線电爱好者出身的無線电專家現在正在無線电广播电台和無線电轉播站服务，正在無線电工厂工作。

許多由無線电爱好者所設計的产品正由苏

联的工業生产出来滿足科学技术的各个部門和国民經济的需要。

世界上沒有一个國家，他們的無線电爱好者运动过去曾經达到或將來可能达到像苏联那样广闊的發展。

### 少年無線电爱好者

許多熟練的無線电爱好者、苏联軍隊里的通信員、無線电技術員和設計員还在中学校的無線电小組里，就已經开始和無線电技术交上了朋友。

少年無線电爱好者小組在使苏联許多省的城乡無線电化方面进行了很大的工作，他們是地方的、党的和苏联各种組織在向乡村推广無線电接收机、建立無線电轉播站、維護無線电轉播網方面的積極助手。

現在苏联的很多学校里都有着由少年無線电爱好者自制的無線电轉播台。許多学校的無線电小組都積極地参加装备他們的物理實驗室的工作，制造創造性的实觀教具。

作为一个無線电爱好者來說，与無線电技术的发展一同前进，用自己的劳动参加全国的無線电化事業和帮助学校装备實驗室——这一切都是引人入胜和極为光荣的事業。



少先队夏令营里的少年無線电爱好者小組在上課

### 業余無線电活动的組織

在苏联，業余無線电活动受到組織上的支持和領導。陆空海軍志願支援协会領導着無線

电爱好者运动，这个协会有着广大的共和国的、州的和城市的無線电俱乐部網。

在这些俱乐部里，还設有答疑处来解答無線电爱好者所提出的技术問題。

少年無線电爱好者小組和个别的少年無線电爱好者可以得到以什維尔尼克命名的少年技師中央站的無線电實驗室、州站的無線电實驗室和区站的無線电實驗室关于工作上的必要指導，还可以得到學生們所能够看懂的設計圖。

在全国許多城市里都有少年技師站，少先宮技术部和少先队员之家的技术部，在这里少年無線电爱好者可以获得必要的技术答疑，可以在無線电小組里从事活动。

甚至無線电台的技師、苏联軍隊里复員的無線电員、有經驗的無線电爱好者以及物理教师也从来不会拒絕給予必要的指導。

在“無線电”杂志里登載有社会政治和科学技术的文章、有描写工厂出产的無線电机和無線电爱好者的設計品等等的文章。許多出版社为無線电爱好者出版了通俗的書籍、小册子和宣傳画。例如，为了帮助無線电爱好者，国家动力出版社每年要出版几十种叫做“大众無線电叢書”的小册子。我們的讀者也可以利用所有这一切資料。

为了总结和交流業余無線电設計者的工作經驗，陆海空軍志願支援协会协同俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国教育部，苏联邮电部和苏联無線电工業部举办了業余無線电設計者作品全苏展覽会。

在業余無線电設計者作品全苏展覽会开幕以前，还举办了州的、区的和城市的無線电展覽会。每一个無線电爱好者都可以参加無線电展覽会，在这个展覽会上陈列的优秀設計品的作者都授与獎金、獎狀和証書。其中最有趣的設計品还将在“無線电”杂志

中登載出来，有些还被苏联的工業部門采用来进行生产。

## 从哪里开始

我們的少年讀者們讀了本書的開頭幾頁以後，可能就會給自己提出了這樣的問題：無線電技術的應用是如此多種多樣，从哪里開始來學習它呢？

對初學的無線電愛好者來說，最合適的是制作一些簡單的無線電接收機，然後借助於它們來研究無線電廣播接收的技術。

漸漸地你們就會學會制作電視接收機、錄音機、就會學會用無線電來操縱模型和機器。你們之中的某些人也許還會設計出給我們可愛的祖國帶來很多好處的極複雜的無線電機。但是，當然研究無線電技術不應該從最難的開始，而正相反，應當從最容易做到的、最簡單的——從收聽無線電廣播開始。為了那些希望獨立裝配的無線電愛好者的方便，現在都有現成的為制造無線電接收機、放大器、測量儀器等所需的零件和材料出售。

在制作簡單的無線電廣播收音機當中，很容易取得為進一步更深入地研究無線電技術，為裝制更複雜的無線電機所需的經驗。

因為無線電廣播存在已很久了，所以它已不如無線電技術其他部門那樣吸引人。但這只是因為我們對無線電廣播已經習慣了，它已如同書本、電燈、縫紉機、鐘表、自行車等等一樣的牢固地深入我們的生活中而已。但是，如果在離開我們祖國的首都——莫斯科幾百或幾千公里的地方聽聽節日里紅場上發生的一切，難道這不是很有趣嗎？轉一下無線電收音機的旋鈕，從離開我們幾百幾千公里的一個城市，迅速地轉到另一個城市，難道这不誘人嗎？在鄉村、少先隊夏令營、火車和飛機里聽聽莫斯科科學院大劇院的歌劇，難道不值得高興嗎？在自己家里、在自己的學校里、在少先隊營里和集體農莊里安裝一架無線電收音機來使自己的家人和同志進行文化的休息，聽聽祖國莫斯科的聲音，這難道不使人神往嗎？

偉大的列寧稱無線電廣播為“不用紙和沒有距離的報紙”。基洛夫同志說無線電廣播是黨和蘇維埃政權最有力的武器，是提高勞動人

民文化水平最有力的槓杆。參加巨大的、具有國家意義的事業——使全國無線電化事業，並以此來幫助共產主義建設，這是少先隊員和中學生——少年技師的崇高榮譽。

## 怎樣學習無線電技術

學習無線電技術最好是在小組里進行，即使這個小組只是由幾個人組成，甚至即使又沒有有經驗的領導人。

俄國有句俗語：“一個腦袋不錯，兩個腦袋更好”。如果小組里有一个人不懂得某一個問題，同志們就可以幫助他。即使在使用工具和材料上也是在小組里好。一个人有鉗子和鋸，另一个人有平嘴鉗和剪綫鉗，第三个人有鑽孔器和三夾板，第四个人有另外一件零件。將所有這些工具和零件湊在一起，工作起來就會容易得多了。

小組進行工作最合適的地方是物理實驗室。在這裡可以找到工作桌、某些初學時必要的儀器、工具、可能還有些零件。物理教員也會給予幫助。漸漸地就會有宣傳畫、綫路圖、直視教具。所有這些東西不僅是無線電小組所需要的，而且也是學校的其他學生所需要的。

也可以把工作地點設置在少先隊工作室里。

經常會給予幫助的還將有少先隊輔導員和工廠中的共青團員們。慢慢地還會有愛好無線電的新的參加者，於是便可成立起很完善的、具有創造性的無線電小組。

我們已經說過，工作應當從制作簡單的收音機開始。如果沒有初步的知識和經驗就來制作複雜的作品，也有可能得到成功，機器能馬馬虎虎地收聽到聲音，但是如果一旦有了一個毛病，少年無線電愛好者就無法從所產生的困難中找到正確的出路。因此，不要好高騖遠！待掌握了簡單的東西以後，再轉到更複雜的東西去。只有在这种条件下，知識才是有把握的、牢固的，只有在这种条件下，才能达到巨大的成就。

如果碰到了困難，不必害怕，應該用你的知識和書本去克服這些困難。如果一個人解決

不了，就去向物理教員、無線電專家和有經驗的無線電愛好者請教一下，或者到陸空海軍志願支援協會，到少先宮和少年技師站去請教一下。

要記住，無線電技術是以電工學為開端

的，而電工學却是物理學的一個分支，因此建議讀者們在向無線電技術鑽研的同時，還要多和“物理學課程”打交道，從那裏面去尋找需要的知識，這將不僅在業餘無線電活動中，而且也會在學習中和日常生活中起到良好作用。

### 第三講 談談振動、波、聲音和電流

對於初學的無線電愛好者來說一般最弄不懂的就是：在發射電台和收音機之間並沒有任何可見的聯繫，為什麼卻可以進行無線電通信。

為了弄清這點，就必需首先認識清楚聲音的本質——聲音是怎樣產生出來的，又是怎樣傳播開去的；人們怎樣聽見聲音？為什麼能聽見；還需要談一談電流是什麼；談一談人們怎樣借助電流來進行有線電話的通話。如果不首先弄清楚這些，那麼，我們的少年讀者們就很難弄明白無線電發射和無線電接收是怎樣進行的。

#### 振 動

我們經常觀察到不同物體的振動。

小鳥從樹枝上飛走時，樹枝會搖擺起來；鐘的擺也會在彈簧和擺錘的作用下而擺動。把一根螺旋彈簧的上端固定，另一端向下拉緊，如果把彈簧一放，也就會發生振動；火車車廂、汽車、電車和無軌電車，會在崎嶇不平的道路上因碰撞而產生振動；工廠的煙囪、船的桅桿、湖泊和海洋中的水會由於風的作用而振動；一切正在發聲的物體都是處在振動狀態中。

有些振動是我們能看得出來的，但有些振動卻只能感覺出來，例如，在刮暴風的時候，我們會在煙囪里聽到吼叫的聲音，這聲音就是由於煙囪里的空氣振動所造成的。少先夏令營里吹喇叭，我們會聽見喇叭的聲音，但卻看不見產生這種聲音的振動。發出聲音的琴弦的振動也是我們覺察不出來的，但是如果手指觸到這根弦，那麼我們便可以覺察出這種振動，這是一種輕微的麻和痒的感覺。這一切振動以及

更多的其他種類的振動，都是由於物體受某種能量對它們作用而產生的。

#### 波

由振動物體向四週擴散的這種振動稱為波動，波動也如同振動那樣，可以分為可見的和不可見的兩種。

產生波的本質，不難從水面微粒振動的例子中弄懂，水波是由於水面狀態的變化（例如投下石頭，圖1）而產生的，當石頭投入平靜

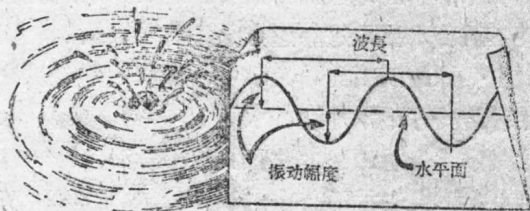


圖1 當有一塊石子擊着水面時，水面上就會產生出波來

的水中時，它便把自己一部分能量——動能交給了水面，由於這部分能的作用，在石頭落下地方的那一部份水的微粒便降低一點，稍低於它的平均水平高度，然後又往上升起，比平均水面還要高，振動就這樣繼續下去，時而往上升，時而往下移，使得在它鄰近的水面的微粒也發生運動。這種波浪便從它發源地以一圈圈的同心圓的形式向四週擴散開去。

水波可以很強（很大），也可以很弱；可以很稀疏，也可以很稠密，強的波是指那些波峰很高的波，即平常講的振幅較大的波；弱的波是指那些波峰很小，即振幅較小的波。激起波動的能量越大，那麼波幅就愈大，它本身所具有的能量也愈大。

如果一个接着一个的波跟随着愈紧密，那么每一个单独的波的波長便愈短；跟随着稀疏，波長便愈長。

我們把两个相鄰的移动着的波峰或波谷間的距离叫作波長。

上面所說的那种水波会随着時間的增加而遍佈到愈来愈大的水面上去，它們离开产生点的距离愈远，幅度就愈小，但是它們的波長却保持不变。

当波浪在它前进的路途上遇到某一种障碍时，例如碰到了岸，波浪便把它本身的能量傳給了障碍物。抛下一块石头所引起的波浪的能量是不大的，但是我們知道，波幅很大（因而也即是能量很大）的海浪，冲刷海岸的破坏力却是不少的，这种破坏就是由于波浪不断地把能量傳給海岸而造成的。

应该指出，水的微粒的振动方向是和波浪行进的方向垂直的，即水的微粒是上下移动；而波浪却是以一圈圈同心圓的形式沿着水面离开石子落下的地点而扩散着，这时，水的微粒并不随着水波前进，这点是很容易相信的，只要在平静的湖或池塘的水中，攪起一些波浪，然后讓一片小木片浮在水面上，并注意看小木片。你就会看到小木片在波浪中时而下降，时而上昇，但它并不会在波浪进行的方向有所移动（当然，假設这时沒有風，也沒有水的流动）。

## 声 音

声音就是一种空气微粒的振动，这种振动也如同水波一样，波浪似地在空气中傳播。但是水波只在水面上产生，即只在一个平面上产生，而声波却是在整个空气中傳播的。

然而，并不是在任何一种作用下，空气中都能产生声波。

大家都知道，空气是由眼睛看不見的極为微小的微粒所組成的，在某些原因的作用下，这些微粒可以移动很大的距离，这时便会产生出風来。如果把一根小棒在空气中猛烈地揮动，那么就能感觉出一陣風来，同时可以听到一种很微弱的声音，一陣風——这不是别的，正

是空气的运动；而声音——这就是由小棒的振动所引起的眼睛所看不見的空气微粒的振动。

如果拉紧一根弦，例如拉紧一根六弦琴的弦（圖2,a），然后把这根弦放松，那么这根弦便会圍繞着起始位置（即静止时的位置）而振动，当琴弦振动得相当猛时，眼睛就可以看出来，琴弦振动較弱时，只有把手指触及琴弦时，才“感觉”到輕微的痒的感觉。琴弦振动幅度越大，声音便愈响。只要琴弦不停止振动，我們总可以听到声音，琴弦一旦停止振动，声音也就消失了。

琴弦振动时，离开它起始位置的最大距离，称为琴弦的振幅。

振动着的琴弦周圍所产生的声波，是这样产生出来的：当琴弦振动时，例如当它向右边摆动时（圖2,b），它把与它鄰近的空气微粒向右挤紧，因而造成了空气的“稠密”现象，換句話說，在空气的某一部份內，产生了高压现象，同时它又使左边的空气产生“稀疏”现象，就是說，产生了一个低压区域，空气的这种“稠密区域”和“稀疏区域”便傳播到周圍的空間去了。

在下一时刻，当琴弦向相反方向移动时（圖2,c），“稠密区域”便产生在琴弦的左面；而“稀疏区域”则产生在琴弦的右面，这些压力不同的区域也会在空气中扩散。当琴弦重新向右边运动时（圖2,d），它又产生出新的“稠密区域”和“稀疏区域”来，这样反复进行下去。

因此，当琴弦振动的时候，在空气中便产生出压力高和压力低的区域，而且它們会离开琴弦而扩散开去。一个高压区域和接在它后面的一个低压区域就組成了一个波。

声波以每秒340公尺左右的速度在空气中（在沒有空气的空間，声波是不可能产生也不可能傳播的）向各个方向傳播，这种波本身帶有产生波动的物体所給予的能量。

当空气稠密的那个声波区域傳到耳朵的耳膜上时，这个区域便压着耳膜，使得耳膜稍稍向内弯曲，当声波稀疏的区域到达耳膜时，耳膜便由于这个稀疏情况的作用而稍稍向外鼓

出。

因為聲波中的空氣稠密和空氣稀疏區域總是一個緊接着一個的，因而耳膜也會時而向里凹入，時而向外突出，換句話說，耳膜便會按照聲波的節奏而振動起來，耳膜的振動就沿着聽覺神經而傳到了大腦，結果我們便聽到了聲音，琴弦的振幅越大；或是我們離琴弦愈近，那麼便會有更大的聲音能量傳到我們的耳朵中來，我們便聽到了更大的聲音。

振動也同波動一樣，可以用一種稱為正弦曲線的曲線圖表示，圖 2,0 中用虛線畫出的便是這種曲線。

“波峯”在這個曲線上相當於空氣的高壓區域；“波谷”則相當於低壓區域。

聲音的高低決定於琴弦振動的頻率，粗而長的琴弦，比細而短的琴弦要振動得慢一些。

### 振動的週期和頻率

琴弦振動時，由一個邊緣位置移動到另一個邊緣位置，然後又重新回到開始時的邊緣位置所需要的时间，稱為琴弦的振動週期，這種情況和鐘擺一樣。當鐘擺由一個邊緣位置移動到另一個邊緣位置，然後又回到原來的邊緣位置所需要的时间，就稱為擺的週期。用同樣的原理，我們也可以定出其他形式的機械振動以及電振動和電磁振動的週期來。

在一個振動週期的時間內產生一個波，例如，鐘擺的一個振動週期約等於 0.5 秒，大秋千的振動週期約為 2 秒，琴弦的振動週期可以由百分之幾秒到萬分之幾秒；而無線電技術中所採用的電磁振動的週期，則是用十萬分之幾秒、百萬分之幾或者萬萬分之幾秒甚至更短的時間來測量的。

表征振動的另一個重要數據是頻率（這是由“頻繁”這個詞得來的），頻率是一個數字，表示每秒鐘內有多少個完全振動或多少個波。

量度振動頻率有一種專門的單位，稱為赫芝（簡稱為赫）。如果琴弦在一秒內振動 440 次（這時，琴弦發出的是第三個八度音的“6”的音調），那麼我們便說它的頻率是 440 赫。

耳膜受了這種頻率的聲波振動的作用，也

會在一秒鐘內振動 440 次。

水波是我們能看得見的，因此我們可以很方便地測量出它的波長來，而聲波則是我們所看不見的，但是我們可以用數學的方法來確定出它的波長，只要我們知道產生聲音的物體的振動頻率就可以了。為此，我們只需要用聲音的頻率去除聲音傳播的速度（每秒 340 公尺）。

音調（或聲音

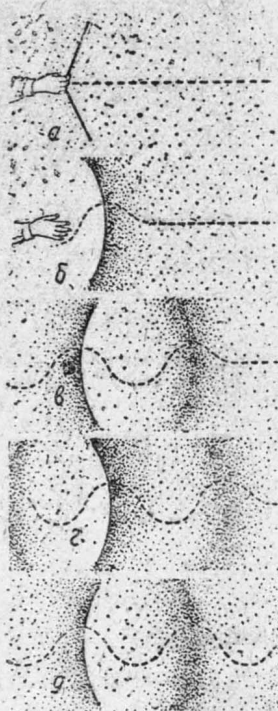


圖 2 琴弦振動時，空氣中便會產生出聲波來

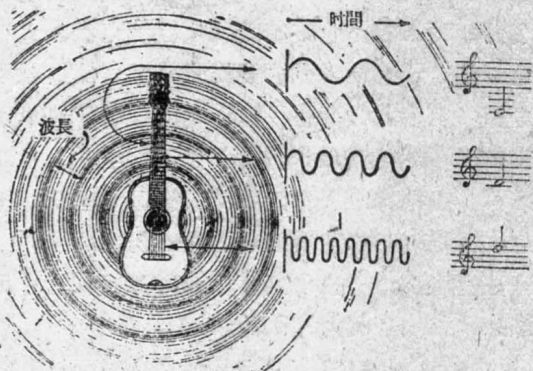


圖 3 振動頻率越大，則聲波愈短，音調就愈高

的高低）決定於產生聲波的物體的振動頻率，物體（例如琴弦）的振動頻率愈大，音調便愈高；反之，頻率愈小，則音調就愈低，這一點可以在圖 3 中得到解釋。

我們的耳朵所能聽出的聲音，其頻率約為從 16—20 赫（這是很低的聲音，例如甲蟲絲絲的聲音）到 15000—20000 赫（例如蚊蟲的嗡嗡叫聲）。

說話、唱歌、樹葉的沙沙聲，電話听筒、揚聲器也能產生聲波，這些聲音是各種高低不同的音調（頻率不同）的一種很複雜的組合，

在談話的時候或者在演奏音樂的時候，這種組合是在不斷地變化着的。

當我們在發出粗大汽笛聲的火車頭附近時，我們聽到很響的汽笛聲。如果離它很遠，我們便需要聚精會神地去聽方能聽到。汽笛雖然能發出強烈的聲波來，但是聲波也像水波那樣，會隨着距離的增大而削弱下來，即衰減下來。但是，這時只是振幅改變，而頻率則仍然保持不變。

說話的聲音我們可以在幾十公尺以外聽到；管絃樂隊的吹奏聲可以在幾百公尺外聽到；火車的汽笛聲可以在幾公里外聽到。距離如果再遠一點的話，聲波便會變得如此微弱，以致我們的耳朵無法聽到。

為了在遠距離交談，人們利用電話，這時聲音的傳遞是借助於電流來進行的，電流沿着兩根電線由一架電話機跑向另一架電話機。

## 電 流

我們的少年讀者們一定常常聽到電流這個名詞，而且自己也常常談到電流。電流流過小電燈泡，於是便為我們發出光來；電流通過小電爐，便為我們產生了熱；電流推動了電車、無軌電車、電氣火車；轉動了工廠里的車床；推動了各種農業機器；電流還在醫學中獲得運用，例如有些病需要把電流通到病人的身體中來進行治療；電報、無線電發射和接收的作用都是以利用電流為基礎的。

電燈泡、電爐、電動機以及任何一種其他的電氣裝置或儀器都要用電線來連接，電線有的掛在電杆上，有的埋在地下，有的敷設在沿牆或房屋的梁上。如果我們問問少年讀者們，為什麼要用电線，大部分的讀者一定會肯定地回答說，電線是傳電用的，內行的讀者一定還會說出什麼電線是傳送照明電用的，什麼電線是電話線和電報線；還會說出電線有銅的、鐵的、還有鉛的。

在學校里學過物理或者讀過有關電方面的書籍的小伙子們，還會滿懷信心地說，電線必需是金屬的，電流是不能沿着麻繩或紗線流通的。

我們的大部分少年朋友們都會說，電流是發電站中發出的，而電線就好像是河道似的，使得電流沿着它由發電站流向電燈、電動機或其他的儀器里面去，而電線外面的絕緣層是為了不讓電流“跑出”這條河道而用的。

這一切都說得對！

但是，到底什麼是電流呢？

科學告訴我們說，電流就是極微小的、連在最強大的顯微鏡下也看不出的那種稱為電子的微粒的運動。

為了更好地了解電流的本質，我們應當假想地鑽到我們週圍物質的結構中去。

## 電 子 是 什 么

自然界的一切物體都是由原子組成的，原子非常微小，像公厘這樣的量度單位是完全不合用的，甚至連微米（公厘的千分之一）這樣的單位，對於量度原子的大小來說也還是不合適的。這裡只有千分微米或埃才適用，一個千分微米等於一個微米的千分之一；一個埃等於十分之一個千分微米。就這樣，在各種不同的物質中，原子的直徑還只等於1到4個埃。要得出一個原子大小的概念，可以看看下面這個例子：如果一億個原子緊密地排成一條線，那麼它們便會組成一條小鏈，這條小鏈的長度才不過幾公厘。

學者們在很長時間以來都認為原子是不可分裂的最小微粒，“原子”這個字的含義就是“不可分割”。但是，現代科學證明，事情並不是這樣，每個原子的中心都有一個重的原子核，而許多輕的微粒——電子則圍繞着這個原子核而旋轉，就像行星繞太陽運行那樣。

各種不同物質的原子中的電子數目是不相同的，但在每一種一定的簡單物質中，這個數目是絕對一定的。例如，氫的原子（圖4）總共只含有一個電子；而鐵的原子有26個電子；鈾的原子有92個電子。

不同物質原子中的電子數目，讀者們可以在化學元素表上查出，這個元素表是由Д.И.門捷列也夫編制的，每一所中學的化學室中都有門捷列也夫的元素表。



圖 4 氫的原子中一共只有一個電子，其他化學元素的原子中所含有的電子就較多

如果把原子核或電子單獨地取來，它們會有多大呢？

回答是：極其微小，我們用比較的方法就可以得出一個比較清晰的概念來。假如說我們把一個別針的針頭放大到地球那麼大，那麼這時每一個原子便會放大到直徑約為一公尺大的一個圓球的大小，而就在這樣一個假想的放大的原子的中心，我們將只看到一個像印刷體的句點那麼大小的一個原子核，而圍繞着這個點的是一些小塵土似的東西——電子在轉動着。

如果讀者還想知道一個電子的尺寸，那麼便是： $3$  這個數字用  $1 \times 10^{13}$  去除，這時得出來的數目便是用公厘表示的電子的近似直徑。

已經由科學証實，原子核帶正電；而電子帶負電，在這種正負電荷之間一直有電力作用着，同性電荷像同性磁極一樣彼此排斥；異性電荷却互相吸引。既然原子中的電子的電荷是和原子核中所有的電荷相反，故在它們之間總存在着電的作用力，就是這種力量使電子能一直保持到原子核的週圍。

原子是這樣組成的，在它內部的電子所帶的負電荷總和剛好等於原子核的正電荷。這些電荷在原子內部彼此平衡，就如同一個一千克的砝碼和十個一百克的砝碼平衡一樣。

原子內的這種電的“平衡”表現為原子並不顯示出任何外部的電特性。但是，只要一旦從原子中“取去”一個或幾個電子，這種內部的電“平衡”就遭到破壞，原子中便多餘出原子核的正電荷，而整個原子便帶有正電，這種原子（稱為離子）就會竭力把相鄰原子中的電子吸到自己這方面來以彌補自己的損失，使自己在電

方面重新成為“中和”。

相反地，如果在原子中出現了多餘的電子，那麼整個原子便帶負電，這樣的原子便會竭力把它所多餘出來的電子推出自己的範圍以外，以便使自己重新變成“中和”。

### 導體和絕緣體

有些物質的原子，它的電子很難“取走”，也難得“接受”多餘的電子，而在另一些物質的原子中，電子的束縛就較弱。

有些物質中還有所謂“自由電子”，這些自由電子自由地在原子裡走進去，自由地在原子間運動着，它們還自由地把原子中的另一些電子擠走，而佔據這些電子的地位，這些“自由不羈”的電子，在金屬中是很多的，它們毫無秩序地在原子間蹣跚，就像夏天的蚊羣在空中飛動一般，但是人們已經學會了掌握這種無秩序的电子運動。每一個單獨的電子的電荷本是非常微小的，然而如果把它們收集攏來，並且驅使它們向一個方向運動，那麼便如同得到了一個很大的運動着的電荷，就得到了我們稱為電流的東西。

但是，電流只可能在那些電子和它的原子核的聯繫是很鬆而又含有許多自由電子的物質中產生；在另一些物質中，即在那些電子與其原子核的聯繫很緊密而又沒有自由電子的物質中就不可能產生電流，這時我們稱第一種物質能導電；而第二種物質不能導電。

根據物質的這種特性，人們把物質分為導體和非導體，後者也常稱為絕緣體或介電體。

屬於導體範圍的有：各種金屬，如碳、鹽類溶液、酸類溶液、鹼類溶液，有機物、土地以及其他許多物質；屬於絕緣體的有：空氣、玻璃、雲母、瓷、橡皮、膠木、各種松脂、油類液體、干木材、干燥紙等等。

### 電流是怎樣產生的

要在導體中產生電流，就必需在導體的一端造成電子的不足，而在另一端造成電子的多餘，這一點可以在導體的兩端接上一個電源來