

蘇聯大眾科學叢書

凝結了的聲音

奧霍特尼可夫著
劉達容譯

商務印書館

蘇聯大眾科學叢書

凝結了的聲音

奧霍特尼可夫著

劉達容譯

商務印書館

凝結了的聲音內容提要

聲音發生以後，很快就要消失；但是，能不能把它記錄下來，到需要的時候再重新發音呢？能的。這本書就是講：人們怎樣學會記錄聲音；爲了要記錄聲音創造了一些什麼樣的機器；這些機器又怎樣逐漸地日臻完善；以及在現代生活中，它們起着怎樣的作用等等。本書材料新穎，內容豐富；寫得深入淺出，適合高中文化水平的讀者閱讀。

本書係根據蘇聯軍事書籍出版局出版的“陸海軍通俗科學叢書”之一“В Мире Застывших Звуков”（1948年版）譯出，著者爲В. Д. ОХОТНИКОВ。

В. Д. ОХОТНИКОВ

В мире застывших звуков

蘇聯大眾科學叢書

凝 結 了 的 聲 音

劉 達 容 譯

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一號

中國圖書發行公司發行

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

(53213)

1953年6月初版 版面字數28,000

印數1—8,000 定價¥1,900

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

蘇聯大眾科學叢書已出各書

我們周圍的電	畢略可夫著	沈慶興譯
我們周圍的化學	魯賓史金著	舒山譯
新的化學纖維	布雅可夫著	董德沛譯
人造橡膠	克留契可夫著	董德沛譯
有機合成	列烏托夫著	安吉；石英譯
結晶體	凱達哥拉斯著	高書平；李則新譯
電子顯微鏡	庫什尼爾著	蔣芝英；滕砥新譯
日常生活中的電器	杜布里寧著	張玉新等譯
凝結了的聲音	奧霍特尼可夫著	劉達麟等譯
聽不見的聲音	庫德列夫著	馬英高文兆譯
聲音和聽覺	蘇斯洛夫著	江偉平譯
分子的運動	庫德列夫著	蔣砥吉譯
人類史前的地球	格羅莫夫著	安王悅祖譯
海洋	鮑戈洛卡著	包達闊著
火山	扎瓦里茨卡著	石英；唐維先譯
河流的生命	包達闊著	周延安等譯
風及風力的利用	加爾米諾夫著	王延安等譯
大氣的故事	略布諾夫著	龐周張董金朱
天氣與天氣預報	卡洛布可夫著	龐周張董金朱
宇宙是什麼構成的	柯列斯尼可夫著	龐周張董金朱
宇宙間的小物體	費頓斯基著	龐周張董金朱
生物和無生物世界	陶爾達施考著	龐周張董金朱
偉大的生理學家·謝巧諾夫	考施達拉文著	龐周張董金朱
金屬的性質	巴葉夫；梅爾庫洛夫著	龐周張董金朱
噴氣式飛機	巴葉夫；梅爾庫洛夫著	龐周張董金朱

目 次

引言.....	1
一 第一個聲音機器.....	2
二 聲音——就是波動.....	4
三 圓盤和圓筒間的爭論.....	6
四 最初的聲音工廠.....	9
五 印度甲蟲的榮譽.....	10
六 無線電使錄音更完善.....	11
七 現代的留聲機.....	15
八 聲音的攝影.....	17
九 電眼.....	20
十 蘇聯的有聲電影.....	22
十一 聲音和活動畫面的工廠.....	26
十二 聲音藝術家.....	28
十三 講話的膠片和講話的紙.....	29
十四 膠片上的電機錄音.....	30
十五 用磁鐵引起的聲音.....	31
十六 關於塗銹紙帶.....	33
十七 電磁錄音頁.....	34
十八 錄音術幫助着無線電廣播.....	35
十九 錄音術在戰爭中.....	37
尾語.....	38

凝結了的聲音

引 言

圍繞着我們的“聲音世界”是多麼的千種萬樣，多麼的浩繁壯麗啊！人們的講話、雷霆的震鳴、海浪的激盪呼嘯、樹葉的飄曳搖動、各種動物的叫喊以及鳥類的歌唱……，我們所能聽見的聲音是那麼的多，使我們簡直不能數清它們。

在遠古的時候，人們就學會了畫出各種不同東西的形象來。我們在原始人類所居住的洞窟裏面，就能找到一些塗抹的畫或者彫刻在石頭上的繪畫。經過若干年代以後，我們還能看見已經消逝的東西和過去事跡的描繪；我們能夠看見早已死去的人底繪畫及遠古時代戰爭的圖景。

那麼對於聲音又是怎麼辦的呢？我們能夠聽見業已消逝的聲音嗎？能夠聽見過去的歌聲或者歷史上戰爭中間的喧鬧嘶叫聲嗎？

任何人都知道，這是不可能的。人還不能把聲音印下來，不能把聲音刻在石頭上。一個聲音發生以後，它就很快地消失了，並且散佈到空間去。只有在故事裏才存在着“凝結了的聲音”。

但是，從前看來完全不可能的事情現在出現了。人們學會了記錄聲音，並且在以後任何時間內又能使這聲音重新發生出來。

人們怎樣學會記錄聲音的，爲了要記錄聲音又造出了一些什麼樣的機器，這些機器又怎樣逐漸地日臻完善，以及記錄和重新發聲（例

如：唱片的發聲）的藝術在現代生活中，起着怎樣的作用——所有這些就是這本書中所要討論的。

一 第一個聲音機器

這是 1878 年的事。

集會的大廳裏顯得緊張而寂靜。許多白髮蒼蒼的學者精神貫注地傾聽着桌上一個不十分大的器械所發出的聲音。那器械竟是在用人聲講話！它重複人們剛剛發出的語句。有一些科學院院士們卻爲此大發雷霆地動氣了，他們懷疑這是一個無禮的騙局。

學者們試着自己去轉動器械的金屬把手，這樣一來就從小喇叭裏聽見了低沉而微微顫抖的聲音。

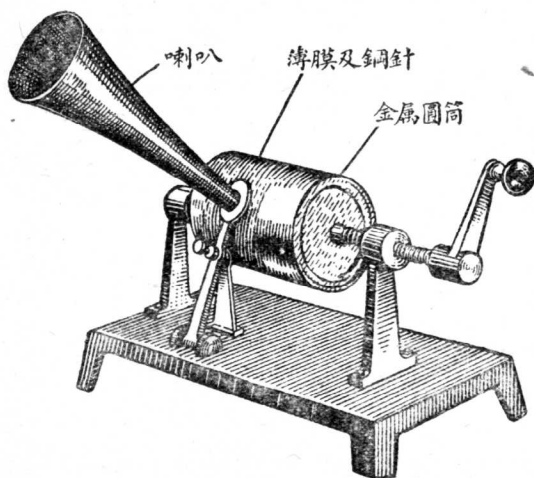


圖 1 第一個錄音器。

這個新的器械叫做錄音器。

這個器械的裝置是很簡單的，從圖 1 就可以了解其全貌。金屬圓筒可以用搖柄使它轉動，鋼針靠在圓筒上，它劃着圓筒表面上的淺淺的“溝道”。鋼針的另一端固定在圓形金屬片——薄膜上。薄膜為小金屬喇叭的一端覆蓋着。

可是這種錄音器是怎樣工作的呢？人的聲音是記錄在什麼地方呢？這聲音又是怎樣重新發出來的呢？

你仔細瞧瞧那個圓筒吧。在它上面精緻地包着一層薄薄的錫片，錫片的表面已經不是錄音以前那樣的光滑發亮了。鋼針就劃在錫片上的溝道內（圖 2），整個錫片上都佈滿了這種細的螺旋形的紋路。

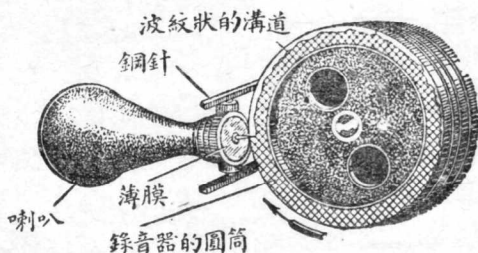


圖 2 錄音器錫片上的聲音溝道。

現在讓我們用放大鏡來觀察那些溝道吧！在放大鏡的下面，那些深深的紋路就非常清楚地被看見了。現在我們可以看出：鋼針並不是在金屬表面輕輕地擦過去，而是緊緊地壓在上面滑過去的。溝道的內壁是發亮而光滑的，但奇怪的是它的深度並不是到處都一樣；有的地方比較深，有的地方比較淺，同時有許多小小的突起的地方和凹陷的地方。如果我們很仔細地觀察，設法沿着溝道仔細瞧看，那麼一幅我們甚為熟悉的景象就出現在我們的面前。那是什麼？原來在這小小的金屬溝道

裏，不就是一些極為細微的波浪嗎？

假使曾經觀過大海或者湖泊中的波浪，就會很容易同意：上述的確是波浪。可以看見，一些大浪頭滾過去，一些小浪頭滾過來。還有難以查覺的微小的波紋蓋佈在溝道上。

看來聲音好像是如同凝結了的波浪一般被鋼針壓縮在錫片的溝道上面了。

但是為什麼會是這樣的呢？

我們爲了更好的明瞭這些，分析這樣的波浪是怎樣形成的起見，讓我們考查一下這整個器械的工作。

最先，圓筒用一樣的速度轉動着，人們對着喇叭講一些話，於是鋼針刺入錫片而緊緊地壓出了溝道。這溝道好像應該是到處都一樣深淺的，而事實上卻不是這樣。

怎樣來解釋溝道不是一樣的深淺而是波浪似地起伏呢？

顯然，壓出溝道的鋼針並不是靜止不動，而是隨時在改變着它的位置，或深或淺地刺入了錫片的表面。但是又須知道鋼針是固定在薄膜上的，這就是說：鋼針的振動只有當薄膜本身也起了振動之後才有可能，而在喇叭前講話的聲音使薄膜起了振動。

但是為什麼錄音器的薄膜是波式的振動呢？難道聲音本身是與波浪相似的嗎？

是的，聲音——就是空氣的疎密波動。下面我們就要研究這個問題。

二 聲音——就是波動

我們可以回憶一下海上的波浪。

一個連一個的淡綠色的浪頭衝擊着海岸，看來好像不斷地向岸上湧來了大量的海水。但是真是如此嗎？如果真是這樣，那麼海水很快的就要把海岸淹沒了。

我們投一些木屑到動盪着的大海中去，看它們浮到什麼地方去吧。我們可以看見木屑或上或下地隨着波浪而浮沉，可是卻停留在同一個地方。這就是說：海水並不隨着浪頭而被帶上海岸來，而是一如初看起來那樣停留在原來的地方。水的每一部分在任何時候都只是上下波動而已。

要使水面發出波紋來是很容易的。譬如，把一根棒子插入水中攪動起來，在水面上立即會出現波紋，它們從棒子插入的地方向四面擴散開來。

波動不僅存在於水上，在空氣中也是一樣的：不過我們不能像看水面上的波浪一般看見它們而已。

你如果拿一個六絃琴來，用力拉動它的低音粗絃，假如仔細觀察這根絃的話，就很容易看見它是在顫抖——振動着。琴絃的振動傳播到空氣中，空氣就發生了我們所看不見的振動，這種振動就和用棒子在水中所激起的水波的振動相近。聲音就是空氣的看不見的振動。

聲音的波動在空氣中傳播的速度是每秒 340 米左右。當聲波在其傳播的路途中，碰到任何堅硬的障礙物的時候，就會迫使障礙物也起振動，如同水波能使一端插入水中的木板也會發生振動一般。

這就是為什麼錄音器的薄膜振動（鋼針的振動也是如此）是波浪式的。

用這種方法記錄在錄音器圓筒上的聲音是很容易重新發出來的。把金屬針安放在錫片溝道開始的地方，然後轉動圓筒（在溝道上已經有

聲音的“印痕”了)，鋼針沿着溝道，精確地重複着它在製造溝道波紋的時候的運動，鋼針的振動傳播到錄音器的薄膜上，然後薄膜又開始振動着包容在喇叭筒裏面的空氣。在喇叭筒內產生了空氣的波動，這聲浪散佈到空氣中，作用於我們的耳朵，使得我們耳朵裏的“鼓膜”振動起來，於是我們的聽覺器官就感覺到聲音了。

當我們觀察海上的波浪的時候，就會發現海波的浪頭是高低不等的，而且浪頭之間的距離也不一樣。如果用木棒較快地攪動水面，則水面的波紋就比較細小，浪頭之間的距離也比較小（這個距離稱為波長）。但是如果攪動得比較慢些，則水面發生的浪頭之間距離比較大。

如果你站在一個固定的地方觀察一個跟一個的浪頭通過的次數多少，你就會非常容易地看出：波越長則每秒鐘通過的浪頭次數就越少。

空氣中的波動也有同樣的區別。一根在一秒鐘內振動次數少的絃比振動次數多的絃會產生較長的波。聲音的高低視其振動的次數而定，振動的次數越大，則聲音就越高。

我們的耳朵並不是能聽到所有空氣中的聲波的。每秒振動三十次的絃在空氣中產生波長十一公尺左右的聲波，這是人類耳朵所能覺察到的空氣振動次數的“下限”，振動次數比這個再少的空氣振動，就不是耳朵所能聽見的了。同樣也有空氣振動次數的“上限”。

人所能聽見的聲音的最大振動次數是多少，是各人不同，不是任何人一致的。有些人能夠很好地聽見每秒振動 16,000 次，即波長 21 毫米左右的聲音；而一般人的上限，則平均是每秒 10,000—12,000 次。

三 圓盤和圓筒間的爭論

錄音器是在 1877 年發明的，它有了巨大的成功。最先它只是在戲

院或教堂裏當作奇蹟表演，到後來才出現在一般老百姓家中。

後來覆以錫片的圓筒被蠟做的圓筒代替了，這種蠟筒有許多方便的地方。聽完了記錄上的聲音以後，還可把圓筒上蠟做的表皮刮去，重新錄上新的聲音。有蠟管錄音器的人，可以自己突然想起什麼，就把所想到的記錄上去，然後再聽自己的聲音。

錄有歌聲的蠟管開始被出售了，在它上面已經記錄下某某有名歌唱家或說書家的表演。

但是，不久就有代替蠟管錄音器的機械出現了——留聲機。

蠟管錄音器和留聲機之間有些什麼區別呢？

首先，留聲機沒有圓筒形的蠟管，而代以扁而平的圓盤。在這個圓盤上，和在蠟管錄音器的圓筒上一樣，仍然有聲音的溝道。但是看起來它卻是另一個樣子。在蠟管錄音器上，溝道的深淺是不一樣的，在上面起伏着聲波的波紋；可是留聲機唱片恰好相反，溝道的深淺在各處都是一樣的，不過這溝道却是像蛇一般的彎彎曲曲，聲波是這樣被記錄在它的上面（圖 3）。

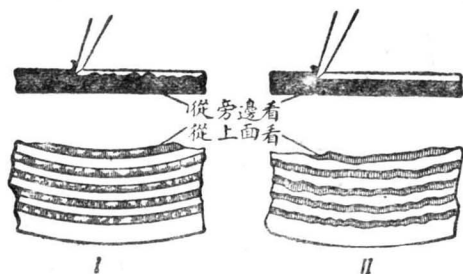


圖 3 聲音溝道的形狀。

I 蠟管錄音器

II 留聲機

留聲機的蠟盤是比較便於保藏的。它像薄煎餅一般，可以堆疊起

來而不佔很多的地位。

可是事實上還不僅止於便於保藏而已。因為這機器的買主們越來越對“喋喋不休”的錄有聲音的蠟筒感到興趣了，而複製這種蠟筒又是一件非常麻煩的事；如果要出售若干張錄有歌唱的蠟筒，則歌唱家就要在製造廠裏照樣唱若干次才行。

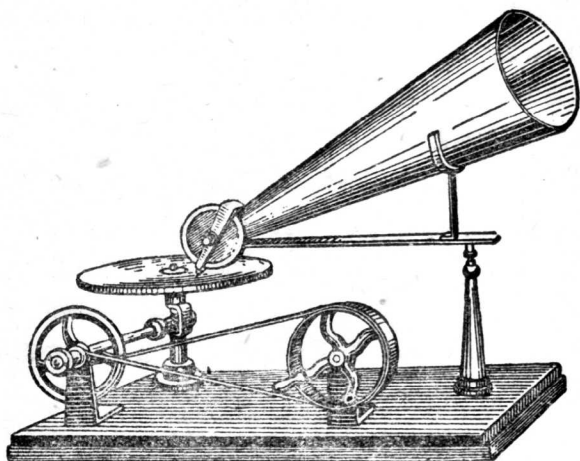


圖 4 最初的留聲機的外貌。

但是用蠟盤事情就簡單了。它用一種特殊原料加以普通的壓力就能翻印出來，只需要一個永久的金屬胎模——一個上面印有音紋的胎模就行了。

這種可以廉價生產唱片的可能，使留聲機取得了絕對的勝利。至於留聲機之不能用於錄音，並不是很重要的，因為需要留聲機的人是把它看作“音樂匣子”。

在一個關於留聲機的最初的廣告裏這樣寫道：“留聲機會說、會唱、

會笑、表演管絃樂隊大合奏、表演各種樂器的獨奏……，留聲機還能合唱……”。

四 最初的聲音工廠

錄音工廠是怎樣裝備的呢？那些製造錄音唱片的人們，是在什麼樣的條件下工作的呢？

讓我們到一個這種最初的工廠裏去遊覽一番吧！

我們走進了一個樣子頗為奇怪的房間，這房間不是四方形的而是向一端擠攏的，這像個什麼呢？

原來這就是個喇叭！的確，我們是走進一個巨大的平臥在地上的喇叭裏面了。可是這兒是多麼擠啊！音樂師們分成三層，互相緊緊地擠在一塊兒坐着；房間裏空氣閉塞悶人，緊靠着牆壁站着樂隊指揮，所有的樂師們的樂器管口都向着這個喇叭式房間的擠縮的一端。

那兒有各種各樣奇怪的樂器，我們看見一個狀似提琴的樂器，但不知為什麼在它上面又安了一個小小的喇叭。歌唱手前面同樣也安裝着小喇叭。

在這個喇叭似的房間的狹窄部分又有些什麼呢？為什麼用盡一切力量把聲音都朝着它那邊集中呢？原來這狹窄的部分，是越來越窄，最後成爲一個音管，通向鄰接的房間中去，在這兒安置着錄音的機械。

這些裝置並不複雜。我們已經熟悉圓形金屬片——薄膜的了，而這個音管就正是引向薄膜的。

那一間複雜的狀似喇叭的房間以及管絃樂隊之所以密集地擠在一塊，所有這些，都是爲了不使聲音的力量分散。需要把全部聲音毫無保留地都導向一個地方，要儘可能使薄膜作較強的振動；要知道如果薄膜

越用大的力量振動，則固定在它上面的刻針就能以較大的力量在蠟盤上刻劃出比較深刻清晰的音紋來。也就是說，聲音較清晰地被錄下來，將來唱片也會發聲更響亮些。

蠟盤的錄音過程完了以後，就把它帶到工廠的另一部分去。在這兒用電鍍法（俄羅斯學者雅各比於 1888 年發明）使蠟盤的一面——即有音紋的一面覆蓋上一層薄薄的紅銅。這種方法製成的銅盤很容易與蠟分開，而在它上面極為細微精確地印上了音紋的痕跡。

銅製圓盤又被送入其次的車間，這兒是工廠的壓製部門。在兩片銅盤間放入軟似白蠟的特殊的溫熱的物質，然後施以壓力；當它冷卻的時候，就成了大家都熟悉的黑色的留聲機唱片了。

現代的聲音工廠看起來卻是完全另一個樣子。近來在錄音技術方面有了很多的變化；現在管絃樂隊已經用不着擠在喇叭房間裏了，特別的器械——微音器及電力放大器，使得即使最微弱的聲音都可以被記錄下來。（關於這些我們將在後面詳細講述。）但翻製唱片的技術則差不多沒有什麼變化。

五 印度甲蟲的榮譽

我們應該簡略地談一談製造唱片所用的原料。

有很長一段時期，都認為有一種物質是製造留聲機唱片所必需的，無法用其它物質替代，這種物質稱為“蟲膠”。

在什麼地方、用什麼方法採取蟲膠呢？它到底有些什麼特別性能呢？

在遠遠的印度生長着一些植物，在其樹葉上密佈着極小的昆蟲（這種昆蟲能分泌一種膠汁）。

就某些特性說來，這種蟲膠會使人想起了普通的松脂。它也在比較低的溫度下就能軟化熔融，色黃而易碎，但是它所區別於松脂的就是蟲膠被壓擠的時候能耐受頗為重大的壓力，這也是蟲膠用於留聲機唱片上的最有價值的特性。

我們應該知道，在放唱片的時候，片上的聲音溝道承受著巨大的壓力：留聲機唱針的尖端所加之於音道上的壓力約等於每平方厘米 1 噸！這是可以這樣解釋的：就是因為留聲機薄膜的整個重量都完全加於唱針的尖端一點，而唱針的尖端則加於唱片的表面上。火車輪的輪緣加於軌道表面的重力也還不及這個大呢。

除此而外，在蟲膠的表面上，留聲機唱針還得容易滑溜移動，而這是獲得清楚的聲音所必需的條件。

很長時間中沒有蟲膠就不能製造唱片。只是在最近，經過很多努力後，終於找到了蟲膠的代替品。

在偉大衛國戰爭以前，蘇聯學者們完成了插烯塑膠這種複合化學物質的新的生產方法。在外形上它不十分像蟲膠，但是在用於唱片生產上，顯示出它不僅可以完全代替蟲膠，並且在品質上甚至超過蟲膠。用這種原料製成的唱片，噪音更少，並且經久耐用。

就在不久以前，還在戰爭的時期，蘇聯就曾組織了對能供給蟲膠代替物的土生植物的探尋，結果在高加索草裏找到了當地居民叫作“沙依依草”的植物，這種植物的根裏面的油脂是印度蟲膠的最好的代替品。

六 無線電使錄音更完善

1924 年的秋天，在蘇聯出現了更好的傳播聲音（如音樂及講話）的

新工具——無線電廣播。

許多人都說：留聲機的時代完結了。當人們可以用無線電聽音樂和歌唱的廣播的時候，還要留聲機唱片幹什麼呢？

但是，無線電並沒有代替了留聲機。

相反的，留聲機和無線電密切合作得很好。靠了無線電技術的幫助，大大地改善了留聲機的錄音質量，反過來一樣：無線電廣播又從留聲機那兒取得了巨大的幫助。

無線電廣播的技術給留聲機以完全新式的錄音方法——電機錄音的方法。

爲了好好理解這種方法起見，讓我們首先了解一下：無線電廣播怎樣把聲音轉變爲電訊，又怎樣由電訊重新還原成爲聲音的。

我們走進一間光亮的大房間裏面，在這兒可以聽見歌聲和鋼琴聲。在房子的中間，在約有一個人高的架子上安放着一個不大的金屬物件，這就是電耳——麥克風（或譯作微音器——譯者）。歌聲就是對它而發的，麥克風這間房間裏面唯一的收聽者。

麥克風的工作是：接受這間房間裏空氣的波浪式振動，然後把它轉

變爲電流的波動。

這是怎樣進行的呢？

讓我們看一下麥克風是怎樣構造的（圖5）。

蠟管錄音器是由空氣振動所引起的薄膜振動，藉鋼針的幫助在蠟筒上

壓出波紋似的聲音溝道來的。而麥克風的薄膜則起着另外的作用。薄膜引起振動以後，就把和它接觸的碳精粉或強或弱地壓縮着。用電池

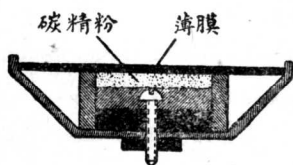


圖5 麥克風的簡單構造。