

信息科学与技术系列·李衍达 主编

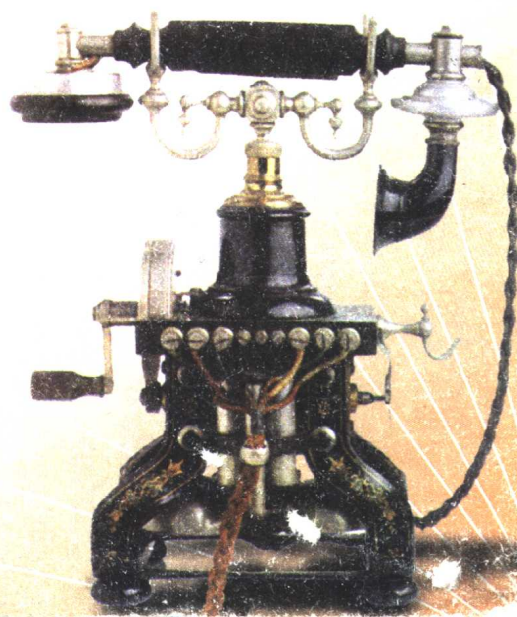
乐正友 编著

电话百年变奏曲

DIAN HUA BAI NIAN BIAN ZOU QU

青少年科学教育丛书·教育部重点项目

QINGSHAONIAN KEXUEJIAOYU CONGSHU



清华大学出版社

1200203939



青少年科学教育丛书·教育部重点项目
信息科学与技术系列·李衍达 主编



1200203939

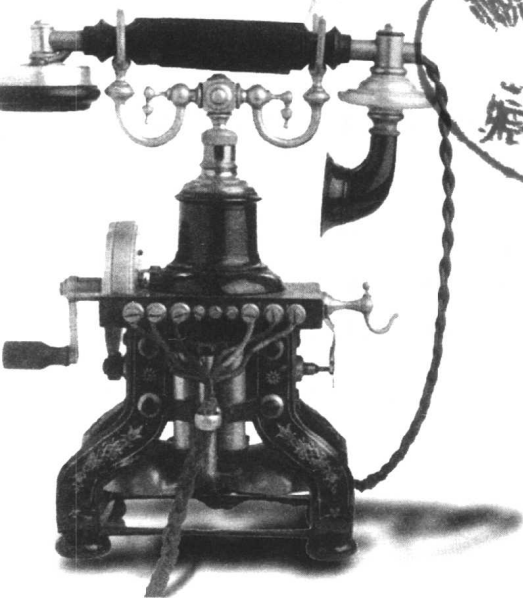
乐正友 编著

电话百年变奏曲

DIAN HUA BAI NIAN BIAN ZOU QU

TN916-49

999



清华大学出版社

· 北京 ·

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书以通俗、生动的语言介绍了一百多年来电话的发展演变过程,并以浅显、有趣的生活实例讲述了电话技术的一些基本原理、概念及其广泛的应用。全书以程控数字电话、综合业务数字网(ISDN)、异步转移模式(ATM)和网络电话等最新知识为主要内容。

通过本书,读者不仅能对电话的发展历程及当前的整个概貌有所了解,而且能从科技工作者推动电话发展的思路、动力以及电话技术所蕴含的某些哲理中得到许多有益的启示。

本书既可作为初、高中青少年读者的科普读物,也可作为社会上各类读者了解电话历史、现状以及未来的参考读物。

书 名: 电话百年变奏曲

作 者: 乐正友 编著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研楼, 邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京市丰华印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 5.625 字数: 119 千字

版 次: 2000 年 4 月第 1 版 2000 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03855-4/TP·2252

印 数: 0001~5000

定 价: 10.00 元

序

历史的脚步已经迈进了新的千年。人类在过去的几千年创造了灿烂的文明,这些人类文明的成果深刻地影响了历史发展进程,使我们今天能够生活在物质较为充裕、精神生活丰富多彩的环境里。知识的传承是人类文明历经几千年虽遭到种种破坏仍能不断发扬光大的根本原因。生活在新千年开端的青少年,肩负着探索更多的未知领域,开创人类文明新纪元的伟大使命,所以更加需要认真地学习和继承前人积累的知识,包括自然科学、社会科学和人文科学的知识。

自然科学是人类在改造自然、使之更加符合人类生存和发展需要的过程中形成的知识的体系化,它的起源和人类文明的起源一样久远。当然,自然科学获得飞速发展,并形成众多的学科和分支只是近两个世纪的事情。自然科学的发展带来了人类生产和生活方式的极大变化,也使更多未知的领域展现在人们的面前,宏观世界、微观世界、生命现象等都有很多的秘密等待着人类去探索,人

类自身发展的危机,人与自然的紧张关系,也都需要科学的进一步发展来解决。可以预言,自然科学的发展将翻开人类历史上一页又一页的新篇章。

对于一个生活在现代社会的人来讲,自然科学知识的学习不仅是为了改造自然的需要,同时也是主动地适应生活环境变化的需要。我们生活在科学技术飞速发展的时代,在十几年前、甚至几年前还是最新的科技成果,今天已是日常生活中必不可少的东西了。对于这一点,年龄大一点的人都有很深的体会,我想,青少年朋友也能感受到。在新的世纪,知识和技术更新的速度将大大加快,新技术的应用,会使我们的生活方式和生活环境发生更深刻的变化,一个人如果不能自觉地学习一些自然科学知识,在日常生活中也会感到无所适从。

自然科学知识的学习,对青少年而言,我觉得还有非常重要的一点是能够培养他们的科学精神。所谓科学精神,主要是指从实际出发,实事求是,不断追求真理的精神。同时,科学精神还要求我们根据实践,不断改正错误。科学精神,对于一个人的成长,对于一个民族的进步具有重要的意义。目前,我国的改革开放事业处于关键时期,尤其需要提倡这种精神。另外,自然科学知识的学习,也是培养一个人理性思维能力的有效方法。自然科学是人类理性的结晶,自然科学的任何一项成果,都建立在严格

的概念、判断、推理的基础上。青少年一般都长于感性思维,把握抽象的事物相对困难,通过一些具体的科学知识的学习,能够使他们的理性思维能力得到锻炼和提高。较高的理性思维能力,是从事创造性劳动必不可少的素质。

我国适合青少年学习的特点,知识性和趣味性兼备的自然科学读物还不是很多,北京大学、清华大学和北京师范大学等高校的出版社组织著名科学家主持编写这套《青少年科学教育丛书》,是值得称赞的。相信这套丛书的出版发行,对我国青少年科学文化素质的提高将发挥积极的作用。

全国人大常委会副委员长

丁石孙

2000年1月5日

信息科学与技术系列

主 编 的 话

我们年青的一代是面向 21 世纪的新一代。在 21 世纪,科学技术将日新月异,信息科技发展尤其迅速,对社会和经济将产生极大的影响。很多青少年都希望了解信息科学与技术方面的知识,为了满足这种愿望,我们约请有关的专家在计算机、通信、自动化、网络、微电子技术、智能技术以及信息的基本概念与理论等方面撰写了《青少年科学教育丛书》·信息科学与技术系列。虽然撰写者大都是有造诣的专家,但是我们希望丛书能够通俗易懂,生动有趣,深入浅出,为青少年所喜爱,我们更希望丛书能贯穿辩证唯物主义的观点,使青少年读者在求知的过程中建立起科学的思想方法,因为在 21 世纪,我们将在中国实现四个现代化,而其基础就在于青少年思想方法的科学化。

中国科学院院士
清华大学信息科学技术学院院长

李衍达

1999 年 12 月

引言 我的追求不是梦

朋友,你一定打过电话,至少也听说过电话吧。或许,你已经亲身感受到,电话是一种最富有人情味的通信工具。不是吗,当你遇到高兴的事或不顺心的事时,你可以随时给你的亲友打个电话,让他们分享你的快乐或分担你的忧愁。这款款的交谈,可能会在你人生的道路上留下美好而温馨的回忆,也可能会成为激励你走向成功的动力。

朋友,你可能已经体会到,电话是一种最容易使用的通信工具,只要认识10个数字,即使是3岁的幼儿也能够学会打电话。

电话能够超越时空、飞越重洋,把远隔千山万水的人们连接在一起。虽然某些其他的通信工具也能做到这一点,但是,电话所具有的人情味和使用的方便性却是任何其他通信工具都无法相比的。正是由于这两个特色,才使得电话具有旺盛的生命力,不仅历经百年而不衰,而且还在不断地创新、不断地推出满足人们需要的新产品或新业务。

一个伟人曾经说过:“世界不满足于人,而人以自己

的决心和行动改变世界。”世界的发展是如此，电话的发展也是如此。正是由于人们长期不断地追求、探索，才使得电话从100多年前的人工电话发展到今天的程控电话、寻呼电话、移动电话、网络电话。我们的先辈可以自豪地说：“我的追求不是梦。”确实，先辈们孜孜不倦的追求，一个个都变成了促进社会进步、人类文明的硕果。同时，他们锲而不舍的探索精神更是一笔宝贵的财富，永远激励后来人去创造更美好的明天。

电话是怎样发明的？它的百年历程又是怎样走过来的？它究竟有哪些奥秘，为什么能将我们的声音传向远方？下面，我将作为一个导游，带领大家去漫游电话世界，看看电话家族的每个成员，特别是年轻的成员有些什么特性，同时也看看电话家族的未来。如果有朋友立志将电话的未来作为自己的追求的话，我希望你也能豪迈地说一句：“我的追求不是梦！”

目 录

引言 我的追求不是梦	IX
1. 掌声响起 1876 年 电话诞生	1
● 电话发明的故事	1
● 电话为什么能传话	4
● 电话机的连接方式与信号装置	8
2. 牵线搭桥 1878 年 人工电话	13
● 人工交换机	13
● 从空中蜘蛛网到地下长龙 电话线路	17
3. 逐步前进 1892 年 步进电话	20
● 有志者事竟成	20
● 步进交换机的基本原理	21
● 选择器的控制	27
● 电话网与电话号码	30
4. 合纵连横 1919 年 纵横电话	32
● 纵横接线器	32
● 纵横接线器的控制	35

5. 多谋善断 1965 年 程控模拟电话	41
● 旧瓶装新酒 程控交换机的基本结构	42
● 此时无声胜有声 从机电接点到电子接点	43
● 巧点鸳鸯谱 程控交换的基本原理	46
● 分身有术 程控交换机的分时处理	50
● 没有金刚钻,莫揽瓷器活 状态转移图	53
6. 数字传情 1970 年 程控数字电话	60
● 风起云涌数字潮 数字信号	60
● 少就是多 信号的抽样	63
● 数字化包装 PCM 信号	71
● 让路上的车跑得更多 时分复用	76
● 殊途同归 数字交换机的推出	80
● 看不见的连接 数字交换的原理	82
● 时空转换站 数字交换网络	86
7. 以人为本 人性化的服务功能	91
● 热线连着你和我 热线电话	92
● 跟着人走的电话 跟我走	93
● 别急,他会回来叫你的 自动回叫	94
● 耳听八方 呼叫等待	96
● 以一当十 自动寻线	97
● 休息了,别再响铃 免打扰	99
● 来电,看得见 主叫号码显示	100

● 一拨就通 自动转移	101
● 对不起,没有这个电话号码 截答服务	102
8. 群星灿烂 电话增值业务	105
● 有事呼我 寻呼电话	106
● 共用的录音机 语音信箱	111
● 查询、消闲的好地方 自动声讯台	113
● 打电话不要钱 800 号电话	114
● 长途电话随处打 200 号电话	116
9. 一网打尽 1984 年 综合业务数字网	118
● 成功的设想 ISDN 的提出	118
● 锦上添花 ISDN 的基本业务	122
● 电话、上网一线通 ISDN 的基本接口	128
● 不成功的市场 ISDN 的淡出	132
● 化整为零 分组交换的原理	138
● 向宽带网络进军 异步转移模式(ATM)	146
10. 群雄争霸 1996 年 网络电话	152
● 狼来了 因特网的挑战	152
● 便宜也有好货 网络电话的类型与使用	156

1. 掌声响起

1876 年 电话诞生

1876 年 5 月 10 日,为纪念美国独立 100 周年,国际博览会在美国费城隆重开幕,世界各地的科技工作者纷纷带着自己的新奇发明前来参展。

博览会上,一个年轻人展出了一个会说话的小盒子。开始,谁也没有注意到这个不起眼儿的小盒子,年轻人被冷冷清清地晾在一边。他期盼着、忍耐着……

直到博览会的最后一天,应邀参观的巴西国王来到了年轻人的展台,年轻人立即兴奋地向国王介绍自己的展品。这个小盒子会说话吗?国王将信将疑,好奇地拿起小盒子放在耳边。突然,小盒子里传来一声问候:“国王陛下,您好!”国王听后大吃一惊,并连连高呼:“天啊!它果真会说话!”国王的喊声惊动了周围的观众,展台前顿时热闹了起来。博览会的有关人员闻讯后也立即赶了过来,并对这个神奇的小盒子进行了测试。结果表明,这是一个了不起的发明,它是本届博览会最重要的成就。展台前响起了热烈的掌声,人们纷纷向这个年轻人表示祝贺,神奇的小盒子也就成了电话机的鼻祖。

● 电话发明的故事

这个年轻人名叫 A. G. 贝尔,他是美国人,当年仅 29 岁。1847 年,贝尔出生于英国的爱丁堡,他的父亲和祖父

都从事聋哑人的教育工作。

受家庭环境的影响,贝尔从小就对声学有着浓厚的兴趣。后来,他考取了一家医学院,学的也是和声学有关的专业。大学毕业后,他随父母移居加拿大,并和父亲一起从事了两年的聋哑人教育工作。1874年,贝尔又和父母一起迁居美国,并被波士顿大学聘为语言生理学教授,继续从事聋哑人的教育工作。为了使聋哑人能用眼睛看懂正常人的说话内容,贝尔想发明一种能解决和聋哑人进行语言交流的新机器。虽然这些研究都没有取得成功,但却使贝尔学到了许多电学知识,并对电报产生了很大兴趣,继而开始了电报的研究。

有一次,贝尔和他的助手正在做电报的实验,突然,他听到一种微弱的弹簧振荡声。这声音从何而来?在查寻过程中,贝尔发现发报机上电磁铁前的一块铁片正在不断地振动,微弱的声音就来自于这块铁片的振动。铁片为什么会振动呢?贝尔继续进行检查。当发现发报机没有问题后,贝尔就沿着发报机上连着的电线来到隔壁助手的房间。在助手房间的设备上,贝尔发现一个机件出了故障,排除这个故障后,发报机上的铁片也就停止了振动。

故障虽然排除了,但贝尔却并没有停止思考。为什么这个故障会引起铁片振动呢?经过分析,贝尔终于明白了,原来,这个故障产生了一种变化的电流,这个变化的电流沿电线传到发报机上而引起铁片振动。这一发现使贝尔惊喜万分,并产生了一个大胆的联想:假如用声音使铁片振动,再用这种振动通过一根电线去控制另一块电磁铁上的铁片振动,不就可以用电线把声音传向远方了吗?于是,贝尔设计了一个电话机的方案,并和助手一起开始了发明电话机的实验。所有的发明创造都不可能一

帆风顺,电话机的发明也是如此。一次次的实验都失败了,但他们没有灰心,继续执着地钻研着、试验着。

1876 年 3 月份的一天,贝尔和他的助手华特生又开始了实验。他们在一个房间里安装了一个受话器(俗称听筒),在另一个房间里安装了一个送话器(俗称话筒)。受话器和送话器之间用两根电线连接起来,其中一根被断开后连接在一个电池上。当时他们用的电池很简陋,是在一个装有硫酸的容器里插入两根碳棒,这两根碳棒就组成了电池的正、负极,断开的电线就分别接在这两根碳棒上,整个实验装置的连接如图 1.1 所示。贝尔对受话器进行了仔细调整后就一个人走进了另一个房间。当送话器

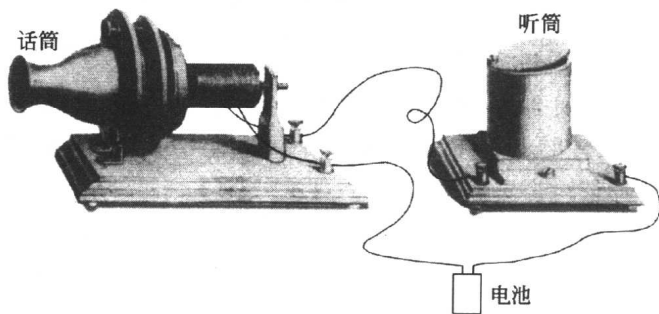


图 1.1 电话实验装置连接图

调整好后,贝尔发现电池里的硫酸不够了,于是,他拿起硫酸瓶往电池里加硫酸。一不小心,硫酸溅到了贝尔的腿上,贝尔疼得喊叫起来:“华特生,快来帮我呀!”想不到在另外一个房间里的华特生竟从受话器里清晰地听到了贝尔的喊叫声。同样想不到的是,这一句普通的求助声,竟成了人类历史上第一句用电话传送的语音。当华特生跑来告诉贝尔,他从受话器里听到了求助声时,贝尔高兴得忘记了疼痛,连忙跑到另一间屋里亲自试听。当证实从受话器里

确实能听到清晰的话音时，贝尔激动得双眼充满了喜悦的泪水。当天晚上，他在写给母亲的信中预言道：“朋友们不用出门，各自留在家里也能互相交谈的日子就要来到了！”

贝尔为人类的进步做出了卓越的贡献。他实验成功的电话机是世界上第一部电话机，作为重大的科技成果，这部电话机一直存放在美国的历史博物馆里。图 1.2 就是该部话机的实物图。同时，为了纪念这个伟大的

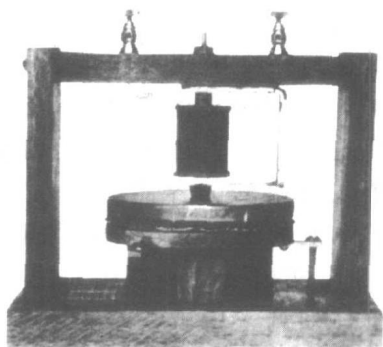


图 1.2 贝尔发明的电话机

发明家，在贝尔实验成功电话的地方——美国波士顿法院路 109 号的大门口，至今还悬挂着一块纪念他的铭牌。

● 电话为什么能传话

电话为什么能传话呢？这得从声音的产生原理说起。

声音是由振动产生的。当人们说话的时候，人的嗓子内的两片很小的声带将发生微微的颤动。如果你在说话的时候用两个手指按住喉节，你就可以感觉到这种颤动。根据说话的内容不同，这种颤动每秒可能有几百次，甚至上千次。颤动得越快，声音的音调就越高。例如，你在唱一个 8 度音阶，唱高 8 度的“1”时声带颤动的次数就要比低 8 度的“1”时快很多。我们将声调的高低称之为声音的频率，声调越高频率就越高，声调越低频率也越低。科学分析表明，每个人在说话时，其声带振动所发出的声音频率

都有一定的范围,而且,每个人的声音中,频率高的部分和频率低的部分的多少也各不相同。正是这些频率特性上的差异,才使得人们可以辨别出不同人的声音。振动产生声音的例子很多,例如,锣声、鼓声也是由于锣面和鼓面的振动产生的,只要你仔细观察或用手轻轻触摸锣面或鼓面,你就会发现它们在振动。而且,锣鼓声的不同也是通过它们频率特性的不同来辨别的。

声音产生后需要有一个媒质将其传送出去,不然,谁也听不到声音。通常,人们在面对面交谈时,传送声音的媒质是空气。此时,讲话人的声音使空气发生波动,而波动的空气将传到另一个人的耳朵,使其耳朵里的耳膜发生振动,这种振动就将说话人的声音还原出来。

在空气中传播的声音随传播距离的增加而逐渐减小,当超过一定距离后,你就听不到声音了。而且,声音的传播还需要时间,距离越远,所需要的时间就越长,时间太长了,人们也就无法对话了。因此,要想把声音传得更远就需要想其他的办法。

贝尔发明的电话就是把声音传得更远的方法之一,它是利用电作为声音的传送媒质。或者说,是用电来传话,故而称为电话。电话为什么能传话呢?从电话机的基本结构可以对这个问题做一简单的说明。

电话机的基本结构是由一个听筒和一个话筒组成,它们之间通过两根电线和电池连接起来。在贝尔发明的电话机中,听筒和话筒的结构是一样的,都是由一个电磁铁和一个金属膜片组成。这种电话机,听筒的效果很好,而话筒的效果不是太好。于是,又有许多人对话筒的结构进行了研究和改进。一年以后,也就是 1877 年,美国的发明家 T. A. 爱迪生设计出一种炭精话筒。这样,将贝尔的