

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (88)

发明大王



# 发明大王

## 爱迪生

### 好奇的天性

爱迪生是世界有名的“发明大王”。他一生发明的东西大约有两千种，像留声机、电灯、电影、蓄电池等等。爱迪生对人类的贡献可大啦！在科学发展史上，他的名字好像一颗明亮的星，永远闪耀着光辉。

1847年2月11日，爱迪生诞生在美国俄亥俄州的米兰市。

他小时候，身体比较瘦弱，也不爱讲话，很文静，爱动脑筋，爱思考问题，对周围发生的一切事情，总是充满着一种好奇心。他常常一个人坐在村庄的十字路旁，看大榆树怎么冒出了绿芽，看秋风怎么染红了枫叶。他还久久地思索着：为什么清晨太阳总是从东方慢慢升起来，傍晚又躲到西边的山后去？为什么蓝色的天空里会有朵朵白云在飘浮……

在他5岁那一年，有一天，爱迪生突然不见了。爸爸急得四处寻找，最后发现他在鸡窝里蹲着呢！

“你在这儿干什么呀？”爸爸奇怪地问。

“我在孵小鸡呢。”爱迪生认真地回答着。原来前一天，他看见母鸡卧在鸡蛋上孵出了小鸡，就想自己也来试一试，看看能不能孵出小鸡来。

爸爸又好气又好笑地拉起他来，对他说：“傻孩子！你是孵不出小鸡来的！快走吧！”

小爱迪生皱起眉头，不满意地问：“为什么我不能孵出小鸡，母鸡能呢？”

爱迪生就是这样一个好奇的孩子，他什么都想知道，什么都想亲自试一试。

还有一次，他发现花园的篱笆上有一个野蜂窝。啊，这里面有什么奥秘呢？他小心翼翼地探头往里看了看，似乎蜂儿都不在家。真是好机会！他想：今天我倒要看看野蜂窝里部有些什么东西。他抄起一根棍子就往里边捅。这下可糟啦！一群野蜂“嗡嗡”的一声从窝里飞出，直向他扑来。顿时，爱迪生的脸就肿得跟面包一样，痛得他丢了棍子就跑。

他常去邻近的锯木厂、船厂，对那里的各种工具特别感兴趣，他总爱缠着工人师傅问这问那，有时问得别人无法回答，只好说“不知道”。他还不罢休，非追着问“为什么你不知道”。爱迪生就是这样一个孩子。

爱迪生7岁的时候，全家搬到密执安州的休伦港。在那里，他上学了。

当时学校里只开读书、写字、算术三门课。在课堂上，老师讲得枯燥无味，却常用木板惩罚学生。偏偏爱迪生喜欢打破砂锅问到底，经常问得老师张口结舌，说不出话来。老师恼羞成怒，常常当众骂他是“傻瓜”。

爱迪生受不了这样的侮辱，眼泪汪汪地回到家中，向妈妈诉说自己的委屈，并表示再也不进学校的大门了。

他妈妈当过教员，比较懂得教育方法。她很同情儿子的处境，生气地说：“老师不能这样对待学生！”她拉着儿子的手，找到学校，责备老师说：“你教不好这样的学生，只能说明你自己无能！我要自己教育他，让你看看，他能成为什么样的人！”妈妈一怒之下，给爱迪生退了学。从此，爱迪生就离开了学校。

回到家里，妈妈叫着他的小名，严肃地对他说：“汤姆，从今以后，我教你读书，你有没有决心学好？”

妈妈的话深深地打动了爱迪生的心。他以少有的严肃神情，回答说：“妈妈，您放心！我一定好好读书，长大了要在世界上做一番事业！”

爱迪生非常勤奋好学。他在妈妈的具体指导和耐心帮助下，认真学习了英语、算术、化学、地理、历史……其中最吸引他的还是化学。他想方设法找化学书看，并且把自己攒下的零用钱全去买了实验的仪器和药品。

家里的地窖，成了他的“实验室”。在他自制的木架上，有二百多个瓶子，里面装着各种的药品。每天他在妈妈那儿上完课以后，便飞快地跑进地窖，做他心爱的实验。这对爱迪生来说，是一件最快乐的事情。

有一天，爱迪生抬头看见飞鸟在天空中自由地翱翔，于是，脑子里就浮现出一个念头：鸟能飞，人为什么不能飞？能不能想出一个办法，让人也飞上天去？他思索着，忽然想到：如果人的身体里充满了气体，不也会像气球一样升上天去吗？经过仔细观察，爱迪生发现，有一种药粉能产生气体。他高兴极了，就去动员小伙伴米吉利来做一次试验。爱迪生把一份大剂量的药粉让米吉利喝下去，不多一会儿，米吉利肚子痛得在地上直打滚，大声哭喊着，把全家人都惊动了。爸爸妈妈问明了情况，非常惊慌，赶紧请来医生，抢救了米吉利的性命。爸爸气得用柳条鞭狠狠地抽了爱迪生一顿。可是爱迪生一边挨打，一边心里还在想：“米吉利已经试验到一半，但他不肯忍耐，真可惜！”

爱迪生的鲁莽，使妈妈很恼火，她想，这些化学药品，大都有毒，随便吃下去会有生命危险的，小汤姆太胡闹了！于是，她生气地责备说：“这地窖不许你再用了，也不许你再搞实验了。”爱迪生一听急得都要哭了。他感到自己是做错了，怕妈妈真的不让做实验，所以他苦苦地哀求妈妈：“我要是不做实验，怎么能研究学问？怎么能做出一番事业来呢？”

妈妈听了儿子的话，不禁暗暗地吃了一惊。原来孩子的誓言，不是随便说的，这是他铭刻在心里的志向。妈妈收回了禁令，爱迪生的第一个化学实验室就这样存在下去了。

## 特殊的实验室

爱迪生 12 岁的时候，新修的从休伦到底特律的铁路通车了。他不想让爸爸妈妈为自己的实验经费增加开支，决定到火车上去卖报，挣点钱来贴补家用。

爱迪生一边卖报，一边读书。他每天早晨七点钟出门，晚上九点半回家。火车在底特律要停几个小时，他就利用这个机会到市里最大的图书馆去看书，无论刮风下雨，从未间断。

有一天，忽然有位先生问他：“我常常在图书馆里看见你，你读过多少书了？”

“我已经读了 15 英尺书了。”

听了这奇特的回答，这位先生笑了起来，他严肃地问：“你刚才读的那本书，和你现在手里拿的这本书，内容完全不同，你读书的目的是什么呢？”

爱迪生不明白问话的意思，他说：“我是按照书架上的次序读的，我想把这图书馆里所有的书，挨着个儿都读完！”

这位先生更惊讶了，他说：“哎呀！你的志向真伟大！不过，读书如果没有目的，什么都看，效果却不会很大。希望你先选定一个目标，然后向着

这个目标去努力才会有收获。”

这次偶然的谈话给爱迪生的启发很大，对他的读书、学习和成长，都有着十分深刻的指导意义。

在火车上，爱迪生除了卖报，还有一些空余的时间。他不愿意让时光白白流逝，就向老车长请求借用行李车上的一个角落来做实验。老车长虽然脾气暴躁，心地却很善良。他同意了少年的恳切要求。爱迪生高兴极了，他拿来许多化学药品和器具。于是，这节小小的行李车厢很快就变成了世界上第一个火车实验室。

突然，灾祸降临了。

那天，列车在高低不平的轨道上飞快地奔驰着，震得车厢左右摇晃。只听见“叭”的一声，一瓶白磷被震翻在地上。白磷是一种化学元素，它有两个怪脾气：一是容易氧化，一遇到空气就和空气中的氧化合，而且马上发热，使温度不断升高。二是燃点低，就是可以着火温度很低，大概达到摄氏 50 度，它就自己烧着了。因此，当这瓶白磷被震翻在地时，顿时着起火来，这间小小的实验室里烟火弥漫。爱迪生见势不好，赶紧脱下外衣，使劲扑打，一面大喊：“救火啊！救火！”

老车长和工人们闻讯赶来，顾不上查明起火原因，赶忙灭火。经过一场搏斗，火总算扑灭了。但是，老车长却火冒三丈，他扯高了嗓门，把爱迪生骂了一通，还重重地打了他几个耳光。当时，爱迪生只觉得“嗡”的一下，耳朵就什么也听不见了。原来他的右耳膜被震破了。这位未来的发明家，为他心爱的实验付出了一只耳朵的代价。

不幸的遭遇并没有使爱迪生一蹶不振。他不能在火车上搞实验，就打算卖完报纸以后，回到家里去搞。这时候，他的兴趣已经转移到电学方面来了。

爱迪生和邻居的孩子合伙，安装了一架简单的收发报机。他们在两家之间支起竹竿，拉起铁丝当电线，还找了一些玻璃瓶，当绝缘子，两个孩子常常从晚上练到深夜，有时候，一直练到清晨。

说来也真凑巧，车厢着火以后不久，爱迪生忽然得到一个学习电学的好机会。事情的经过是这样的：

1862 年 8 月，一天早晨，爱迪生正在某个小车站上卖报。猛一抬头，只见一个三四岁的小男孩蹲在铁轨旁玩石子，一列货车正朝他飞驰而来。爱迪生“哎呀”一声，扔下报纸，奋不顾身地冲下站台，一把抢出小孩。这时候，火车擦着他的耳朵呼啸而过。好险哪！爱迪生抱着小男孩摔倒在铁轨旁，他的脸和手被划破了，然而，孩子得救了。

小男孩的爸爸叫麦肯基，是这个站的站长，他是一位优秀的报务员。麦肯基亲眼看到这惊险的场面，感动得话都说不连贯了：“谢……谢谢，谢谢你救……救了我的孩子！”

爱迪生却毫不在意地笑了笑，他从地上捡起报纸，拍打拍打身上的灰土，登上火车就走了。

第二天，当爱迪生乘坐的火车进站的时候，麦肯基早已在站台上等候着了。他十分诚恳地对爱迪生说：“我没有什么可以酬谢你的。听说你对电报很有兴趣，要是你愿意，我可以教你收发报技术，使你成为一名报务员。”这番话正说在小爱迪生的心坎上。他高兴地接受了麦肯基的好意，跟着他学习收发电报的技术。

爱迪生学习很专心，进步很快。才三个月的工夫，他收发电报的技术已

经很熟练，麦肯基推荐他担任了火车站的报务员工作，这次非常意外的学习机会，为爱迪生以后进行的伟大发明，奠定了良好的基础。

## 探求学问

在爱迪生 16 岁到 21 岁的 5 年之中，为了寻找职业，他被迫离开故乡，到处流浪，经常过着饥寒交迫的生活。但是，只要他有一点多余的钱，马上就去买书和实验用品。

有一次，爱迪生在美国南方的一个城市里当夜班报务员白天，他在旧书店里买了几十本书，准备下班以后带回家去。

清晨，三四点钟，爱迪生下班回家了。他扛着沉甸甸的一大包书低头走着。夜间巡逻的警察远远看见他打着大包，走路匆忙，疑心是贼，大声喊他停步。可是爱迪生因为耳朵聋，根本没有听见，还在忽忽忙忙地赶路。警察误认为他要逃跑，举起枪就放，直到呼啸着的子弹掠过他的耳旁，他才站住，并立即卧倒。这时候，警察赶来把他抓住了。

经过盘问以后，警察才知道他是个聋子。再打开包裹一看，里面全是旧书。警察说：“孩子啊，算你有运气！要是我的枪法准，那你就白送了一条命！”

1868 年的初冬，爱迪生经朋友介绍，到波士顿城的西方联合电报公司当报务员。这里的报务工作十分繁忙，电报经常大叠大叠地积压着，不能及时发出去。爱迪生想：要是能在一条线路上同时发送两份电报，效率不就提高了一倍？但是，他试验了许多次，都没有成功。有一次，他得到公司经理先生经济上的支持，于是，便日夜钻研起这个双重发报的方法。

他的生活是多么紧张啊！每天只睡四个小时，其余的时间全花在工作上。一天晚上，他买到一部《法拉第全集》。等夜里一下班，他就爱不释手地读起来，从半夜一直读到第二天上午。同屋的朋友问他：“你肚子不饿吗？”爱迪生抬头看了看，摇摇头，说：“人生太短促了，要干的事情那么多，我怎么能不分秒必争呢！”

法拉第的著作打开了爱迪生的眼界，使他得到极其丰富的电学知识。他曾对人说，这是他读的书当中受教益最多的一本。从此，他搞实验的劲头更大了。终于，当春雪还未全部融化的时候，他成功地制造了一架双重发报机。爱迪生的名字开始在报纸上出现了。

## 穷苦的生活

1869 年的一天，爱迪生坐汽船到纽约，想找一份职业。他身无分文，在纽约的第一顿早餐是乞讨来的一杯红茶。

奔波了一天，他总算找到一位朋友，借了一元钱，得到一个歇脚的地方。朋友介绍他到金价交易所的机器房里借宿。在机器房的角落里铺上几个麻布袋。这就是爱迪生的床铺。

交易所里有一架电动金价标示机，能自动显示当时当地的黄金牌价。标示机的枢纽部分就在这间屋子里。爱迪生对它发生了浓厚的兴趣，每天他都仔细地研究这架机器。

时间过得真快，一转眼他到纽约已经三天了，还没有找到职业。他只好

每天静坐在机器房的屋角里，两眼注视着那些机械的动作。

当时的美国金融界十分混乱，黄金价格的涨落能直接支配全市的物价，因此金价标示机自然就成为人们注意的中心。偏巧在这个节骨眼儿上，金价标示机坏了。报道黄金牌价的通讯联络切断了。顿时，人群如潮水般地拥到交易所门前，连叫带骂，吓得管理机器的技师连故障出在哪儿都不知道，急得经理劳斯在一旁直跳脚。这时候，聪明的爱迪生却在一旁沉着地观察着，他已经看出了毛病所在，便插嘴说：“机器里面有一个接触弹簧折断了，掉进了两个齿轮中间。”

劳斯听见有人找出了原因，虽然他并不认识爱迪生，却连忙说：“装好它！装好它！赶快！”

爱迪生赶快拆开机器，按正齿轮，把断了的弹簧取出来。他整整忙了两个小时，机器又正常地运转了。

劳斯非常感激爱迪生，他打听了爱迪生的来历后，马上在一堆化学、物理书旁，对爱迪生进行了严格的考试。劳斯很欣赏这个青年人，发现他不仅对这架机器的构造了如指掌，而且还想了许多改善的办法。劳斯决定雇用爱迪生，负责管理机器的全部技术工作，月薪 300 元。爱迪生喜出望外，因为他从来没有挣过这么多钱。从此，他就可以买到更多的书籍和实验用品。而且这个工作还能使自己的聪明才智进一步得到发挥。后来，爱迪生又发明了一种新式的商情报价机，报酬是 4 万美金。爱迪生没有被金钱引诱去过花天酒地的生活，他用全部钱开了一家工厂，一心一意地从事发明工作。

发明家的生涯使爱迪生更加辛苦，他常常日以继夜地工作。他曾经对别人说过：“睡眠是对研究工作的最大妨碍。人反正都有一死，死了以后就可以长眠，所以生前用不着多睡，活着的时候应该多做些工作。”

## 发明留声机

随着岁月的推移，爱迪生的发明事业也逐渐扩大，1876 年他创立了门罗公园研究所。一些重大的发明如炭素电话机、留声机、电灯……都是他在这个研究所里研究成功的。

1877 年，爱迪生开始做电话机的试验。有一天，他忽然发现送话器里的炭质薄膜，随着声音的颤动而振动，说话的声音大，薄膜振动就大；反之，振动就小。随后，他又找来一根较短的细钢针，一头固定在炭质薄膜上，让钢针尖接触手指。当他对着送话器讲话的时候，针尖随着声音的频率和强度也相应地振动着。这一偶然的发现，使他沉思起来：假如把声音的颤动变成机械的振动，并且用针尖记录下来，一定能把人的声音贮存起来。反过来，如果让针尖带动薄膜重新再振动，它也一定能发出原来的声音。这真是一个了不起的试验，要是成功了，将是一架十分奇妙的“留声的机器”。爱迪生完全被这美妙的幻想吸引住了。他想，要把声音贮存起来，最好把钢针尖放在一层比较软的锡箔上以滑动，刻下深浅不一的纹路，并且使这些纹路不重迭。怎么办呢？他又想，如果把这片锡箔裹在一个能转动的带有细螺纹的圆筒上面，那么，当圆筒转动的时候，针尖就会自然地在锡箔上以螺旋形向前滑动，声音就能贮存起来。他根据这种设想，集中精力开始设计。他决心要攻破这个难关。

8 月 12 日，爱迪生把一张奇怪的图纸交给他的助手克鲁西。图纸上画着

一个金属的圆筒，上面包着一层锡箔，圆筒联着一根长轴，轴和圆筒上都有相同的细螺纹，轴的一端还有个能转动的曲柄。在圆筒的旁边有个扁圆形的木质发话器，就好像电话机的送话器。发话器的中心有个小洞；发话器的底部有一片很薄的铁片，一根尖细的钢针装在铁片的中央，钢针尖与圆筒上的锡箔相接触。“这是什么东西？”克鲁西一边看，一边想，实在猜不出来。他按照爱迪生画的图纸，日夜加班，用了30个小时就做完了这个小机器，送到爱迪生那里，并问：

“这是干什么用的？”

爱迪生认真地告诉他：“这是一个会讲话的小机器。”

朴实的克鲁西微笑了一下，怀疑地摇摇头，他以为爱迪生在开玩笑。这时候，工头卡门也在旁边，他也不相信机器会说话，并且愿意以一盒雪茄烟打赌。克鲁西也参加了，他情愿出两元钱。

爱迪生笑着说：“我没有带钱，克鲁西，我很愿意和你赌一篮苹果。”

爱迪生仔细检查了克鲁西制成的这架机器，把一张锡箔小心地裹在刻有细螺纹的圆筒上，他用手转动曲柄，锡箔却突然“叭”的一声裂开来。这时候，卡门满以为可以吃到爱迪生赌输的苹果，他笑嘻嘻地对克鲁西眨了眨眼睛。克鲁西也高兴地拍了一下额角，得意地看着爱迪生。

爱迪生一点没有在意，他重新裹上第二张锡箔，谨慎地把两头胶合在一起。他再把圆筒前后转了几下，确定各部分都稳妥了，然后就开始试验。

他一边将钢针接触锡箔，用手转动曲柄，一边对着发话器高声地唱出他心爱的歌曲：“玛丽有只小羊羔，它的绒毛白似雪……”这时候，发话器底部的薄铁片受到声波的影响，发生振动，带着钢针尖在锡箔上面刻下了深浅不一的纹路。爱迪生唱完以后，提起发话器离开圆筒，再把曲柄倒退地转动着，使圆筒退回到钢针最初接触的纹路上，等他再向前转动曲柄的时候，突然，机器里也唱起来：“玛丽有只小羊羔，它的绒毛白似雪……”声音非常清晰，这不就是刚才爱迪生自己唱过的歌吗？

爱迪生和伙伴们又惊又喜，围着这架机器欢呼啊，跳跃啊，高兴得一夜未睡。

但是，爱迪生并不满意这架小机器，他认为设计得很粗糙，还有不少地方需要改进。

几个星期以后，爱迪生把初步改良的留声机，用布包好，兴高采烈地去访问著名的美国科学杂志《科学的美国人》的主编俾契。一走进办公室，爱迪生便把包裹放在俾契的办公桌上。

“这是什么？”俾契疑惑地问。爱迪生笑了笑，没有说话。

俾契打开包裹一看：啊！一架奇怪的小机器！爱迪生请俾契把曲柄摇了几下，忽然机器说起话来：

“早安，先生！你知道留声机是什么东西吗？”

俾契大吃一惊，他连连后退了几步，逗得爱迪生哈哈大笑起来。

“爱迪生拿来一个会说话的机器！”这消息像闪电一样传开了。杂志社的全体人员都朝俾契的办公室拥去，大家多想亲眼看一看爱迪生神奇的表演啊！人越围越多，连各报社的编辑也都闻讯赶来。俾契唯恐这么多人把地板踩塌了，请求发明家停止表演，人群才逐渐散去。

第二天，各报纸都以大字标题刊登了这条惊人的新闻：

“今日最大发明——一个机器会说话”。



经过爱迪生以及后来许多科学家一次又一次地改良，留声机不仅在内部构造上越来越精细，在外形上也更加美观大方。爱迪生发明的留声机为推动科学的发展，为人类的工作、学习和生活都做出了重大的贡献。

## 第一个灯泡

19世纪初期，欧美一些国家，大都用弧光灯来照明。弧光灯为什么能照明呢？原来，弧光灯是根据弧光放电的原理制成的，它把两根炭棒分别装在一组电池的正负极上，使炭棒接触后，再拉开一定距离，这时候，电流仍能通过空隙，使两极间产生电弧，从而发出非常刺眼的强光。

弧光灯的光虽然可以用来照明，但是缺点很突出：要经常调节炭棒的距离，使用不方便；光线太强，耗电量大；还会产生一些有害的气体。因此，不适合家庭照明使用。弧光灯的缺点，使爱迪生陷入了沉思：怎样使刺眼的强光变得柔和，在各种环境中都能使用呢？

为了克服弧光灯的缺点，人们在崎岖的科学道路上勇敢地探索着。首先，是英国人戴维发现：很细的白金丝通上电流，会发出极微弱的光来。过后，白金丝在空气中很快地就烧掉了。但是，这一点点微弱的光亮，却使爱迪生看到了前进的方向。

爱迪生根据戴维的发现，在门罗公园研究所，花费了13年的心血，终于研究成功了白炽电灯！

爱迪生在研制白炽电灯的过程中，经常去图书馆查找资料，他一面翻看，一面随手摘记下来，不多久，摘记簿就一共写了200册，总页数竟达到4万以上。

在这一段时间里，他常常连续工作24个小时到36个小时，有时候，甚至接连5个昼夜不合眼，实在疲倦了，就用书当枕头，在实验桌上打盹。有人开玩笑地说：“怪不得爱迪生懂得那么多知识，原来他连睡觉的时候都在吸收书里的营养。”他考查了大量的资料以后，设想了一下未来的电灯。他认为，要使电灯能照明，关键在于寻找一小段电阻不大、而又耐高温的导体材料，把这种材料装在玻璃泡里，通上电流，它就会发出光来。于是，他试着用一寸长的纸条烧成炭来做灯丝。把灯丝的两端接到电池的正负极上，纸条亮了一下，就断了。这是炭丝和空气中的氧气起了化学反应捣的鬼，由此，爱迪生又知道了，玻璃泡里的空气是发明电灯的大敌。他决定立即从改进灯丝，和把玻璃泡抽成真空这两个方面入手。

爱迪生最初用的炭化纸条很娇气，一不小心就会碰断。爱迪生和他的伙伴们，经过无数次的失败，最后才把它放进玻璃泡里去。接着，爱迪生又做了一架比较精密的抽气机，小心谨慎地抽出玻璃泡里的空气，再把抽气口密封好，接通电流，果然，炭化纸条就发亮了。不过，只保持了8分钟，最后还是断裂熄灭了。

从实践中，爱迪生发现：灯丝的耐久力除了和空气有关系，和灯丝的质量也有很大关系。

他又用铀和白金等不易熔断的合金丝做灯丝，在空气和真空中试验，虽然有进展，可是因为电流太强，最后还是把金属丝烧断了。

究竟用什么来做灯丝好呢？爱迪生煞费苦心，绞尽脑汁。他前前后后研究了1600多种矿物和金属的耐热材料，然而全都失败了。

说怪话的人一天天多起来，报纸上的新闻也攻击爱迪生。他们讽刺、讥笑，说发明电灯是白日做梦；说爱迪生是个疯子，连许多科学家也都认为这是根本办不到的事情。

爱迪生没有向困难低头。他和实验工厂的工人们废寝忘食地干，连实验室的大门都不出，试验整整进行了 13 个月，最后比较理想的灯丝依然没有找到。面对着一一次又一次的失败，他们不但没有泄气，在工厂里，还常常飘荡着一片快乐的歌声。

有一天，爱迪生独自坐在实验室里，默默地思考着这上万次失败的教训，桌上放着一堆从煤油灯罩上刮下来的油烟（这也是未经充分燃烧的炭）。他心不在焉地拿在手里揉搓，不知不觉就搓成了一根细线。偶然，他瞥见了这根细线，顿时，眼睛一亮，他马上站起来，对助手们大声喊：“快！快拿几轴棉线来！”

爱迪生指着棉线说：“我们赶紧来试试这个。”他们把棉线放在一个特殊的镍制模型里，送到高温密闭的炉中去加热。当炉内温度达到摄氏 800 度的时候，棉线就被烤成一根炭丝。爱迪生把装有炭丝模型从炉中取出来，等它慢慢冷却以后，又很小心地从模型中取出这根极其脆弱的细炭丝。可是稍一震动就断裂了。断了再烧！就这样，爱迪生和助手们一直干到第三天，才烧出了一条完整的细炭丝。这是多么惊人的毅力啊！

但是，要把这又细、又脆、又易碎的炭丝，送到玻璃工厂那里去装进灯泡，该多不容易啊！走路必须非常轻巧，以防炭丝折断。爱迪生的助手捧着炭丝，小心翼翼地在前边走，爱迪生像保护珍宝似地紧跟在后面。

唉！真倒霉！偏偏这么巧！刚走到玻璃工厂门前，忽然，这根炭丝断了！三天的工夫全白费了！多么令人懊丧啊！

不能泄气！从头来！当天傍晚，他们又烧出第二根炭丝，不巧，又让一个玉匠的改锥掉在上面，打碎了。不断的挫折没有使他们灰心，他们又继续试验。半夜，终于烧成了第三根炭丝。这一次，他们成功了！在玻璃工的帮助下，炭丝顺利地装进灯泡里去。

天快亮了，爱迪生让助手赶快用借来的、性能良好的抽气机，抽出灯泡里的空气，把抽气口密封起来，接通电流。看！电灯亮啦！这一天，正是 1879 年 10 月 21 日。这是一个多么值得纪念的日子啊！他们日夜用全部心血浇灌的电灯，终于放出了明亮的光辉！世界上第一盏白炽灯诞生啦！从此，人类进入了用电灯照明的新时代。爱迪生和他的助手们高兴得又蹦又跳，又唱又笑，这明亮的灯光，凝聚着他们多少血汗啊！实验室里的每个人都压抑不住内心的激动，小心翼翼地守护着这个世界上的奇迹。然而，遗憾的是，这第一盏电灯只亮了 45 个小时。

为了进一步探索棉线灯丝的结构，爱迪生决定把灯泡砸碎，取出烧断的灯丝，仔细观察。他认为棉线灯丝难制造、价钱贵，必须寻找一种既便宜又耐用的灯丝！

爱迪生根据棉线的性质，集中力量考察了大批植物纤维的性能。他先后试用了 6000 多种植物纤维。一天，有位朋友来看他，朋友的红胡须也引起了他的兴趣。后来，他甚至将红胡须也列为试验材料。

爱迪生时时在想着灯丝的试验。1880 年初春的一天，在实验室里，他忽然看见桌上放着一把竹扇，他随手拿了起来，一个念头像电光一般从脑海里闪过：“为什么不去试试扇子上的竹丝呢？”

他立即吩咐助手们将扇子的竹边削成竹丝，烧成炭丝，经过试验，果然成功。电灯竟亮了 1200 个小时（50 天）。以后又经过反复试验，效果都超过了以前试验过的任何材料。

意外的收获使得爱迪生非常激动，他马上派人跑遍东方各国收集竹料，以便大量制造，供应市场。在以后的几年中，东方的竹子就成为制造灯丝的好材料而闻名世界。

白炽电灯比起弧光灯来，优点是明显的。它光线柔和，使用安全，耗电少，成本低，所以，人们希望早日使用这种灯。

1882 年，爱迪生在纽约建立了第一个发电站。从此，人们在一片光明中，开始了新的生活。

以后，人们又不断改良灯泡，采用一种熔点高达摄氏 3,400 多度的灯丝——钨丝，还在灯泡中注入一种不与钨丝起化学变化的气体——氮气，以防止灯丝在真空中蒸发而烧断，大大延长了灯泡的寿命。这种充氮气的钨丝灯的灯丝，温度可达摄氏 2500 度，光亮，耐用，我们现在用的就是这种灯泡。

## 不倦的探索

在爱迪生一生发明的东西当中，除了电灯，最费心血的要算是蓄电池了。他一共花费了整整 10 个年头，经过了 5 万次左右的试验，才把容易腐蚀的铅硫酸电池，改造成镍铁砷蓄电池。

无数次的失败，使得他最得力的助手都有些忍受不住，而爱迪生却坚韧不拔，继续试验。他每天不停地战斗，经常是通宵达旦，实在困了，就在椅子背上靠一靠，不让时间一分一秒白白浪费掉。

一天，有个朋友去找他。他正坐在实验桌前，桌上摆满试验用的小电池。当时试验已经失败了 9000 次。

朋友惋惜地说：“你做了这么大量的工作，有什么结果呢？”

爱迪生微笑着反驳说：“啊，结果吗？朋友！我的结果就是知道有好几千样东西是不能用的。”

有些试验是用敞口酒杯做的，每次要用 400 只左右。有一次，试验失败以后，所有的酒杯差不多都打破了。一个助手忧虑地说：“爱迪生先生，我们还能做什么呢？”

爱迪生望着大堆玻璃屑，坚定地说：“我以为我们还能做的事情，便是再去弄许多酒杯来，继续干！”

经过了多少个日日夜夜，攻破了千千万万个难关，爱迪生终于找到了用氢氧化钾水溶液代替硫酸溶液，用镍和铁代替铅来造蓄电池的新方法。这样的电池，克服了容易腐蚀的缺点，经久耐用。人们热烈地欢呼着新型的镍铁砷蓄电池的诞生！但是，正式供应市场不久，爱迪生发现电池还有漏电的毛病。他想，不能把不合格的产品供应市场，坑害人民。他果断地作出决定：关闭工厂，停止制造。爱迪生认真负责的精神，感动了他的助手，于是，他们又开始了一个比较长时期的试验。当爱迪生认为比较理想的蓄电池问世的时候，已经是 1909 年——5 年后的事情了。

随着岁月的流逝，爱迪生的头发变成了银白色，但是他仍然不辞辛苦地坚持工作。爱迪生最后的发明是人造橡胶，这是当时工业发展非常需要的原料。

在研究橡胶的几年中，他希望把家里的一切东西都变成橡胶。他谈的是橡胶，想的是橡胶。晚上睡觉做的梦也还是橡胶。他甚至都不允许家里人做任何与橡胶无关的事情。

他说过：“世界上不可能的事情是没有的。我们只是还不知道怎样去做罢了。”

1931年10月18日，凌晨3点24分，这位闻名世界的伟大发明家爱迪生与世长辞了。终年84岁。

有人作过统计：爱迪生一生中的发明，在专利局正式登记的有1300种左右。1881年是他发明的最高纪录年。这一年，他申请立案的发明就有141种，平均每三天就有一种新发明。

伟大发明家爱迪生的一生告诉我们：巨大的成就，出于艰巨的劳动。

## 瓦 特

### 呼唤大力士

就人的体力来说，跟大自然的种种力量比较起来，那简直是微不足道的。狂风，能把巨大的树木连根拔起；地震，能在瞬间毁灭一个城市……就是跟自然界的许多动物比较起来，人身体那点力量也不值一提。论打架，如果人手中没有武器，狮子、老虎能不费吹灰之力把人撕得粉碎；论干活，一头牛、一匹马差不多能顶十来个人。

如此说来，人不是很没用了吗？然而，摆在我们眼前的事实是，大自然正在被人类一步步征服；说到动物，哪一个也不是人的对手。这是为什么呢？因为人类有智慧，有科学技术。

人类智慧有一个最大的特点，就是能够利用大自然的力量来为自己的生存服务。

远古时代，人类的祖先是怕火的。当雷电引起了森林大火时，他们和其他动物一样纷纷逃走，以躲避这个能把整片森林吞掉的怪物。但后来，人们却认识了它，掌握了它，并利用它为自己服务：烧烤食物，取暖，烧掉树林和荒草然后开荒种地。这是人类学会利用的第一种伟大的自然力——火。这也成了人类最后脱离动物界的重要标志之一。

人们还学会利用风力和水力。用风驱动帆船在水上航行；利用河里流动的水驱动水轮，然后带动水磨磨面，或带动其他机械为人类做许多工作。

人们还把力气很大的牛、马甚至大象驯服，为自己干许多重活：耕地，拉车，运木头……“弱小”的人，竟成了支配万物的神灵。

但人们还不满足，总觉得这些被利用了的自然力缺点太多：火，只能利用它的热；风力有些靠不住，不用时刮得很大，用时又没有了；水力只能在有河的地方利用；至于牛马，虽然忠实可靠，可晚上它们还要休息。还有一点，就是当人们利用这些自然力为自己做有用的事时，总觉得它们力气还不够大。

随着社会的不断发展，人们的不满足感与日俱增，迫切需要寻找一种力气大得惊人，却又特别听人使唤的、不知疲劳的“大力士”，以帮助人们从事更多、更重的劳动。那么，最后找到了没有呢？是谁找到的呢？这就是我们要在下面讲的故事。

### 前人的努力

200多年前的英国，是当时世界上最朝气蓬勃、最有活力的国家。资产阶级革命的胜利，为英国资本主义的大发展扫清了前进的道路。各种工业——采矿、钢铁、纺织、机械等大大发展起来。成千上万的劳动者集中到城市，从事各种劳动。许多很小的手工作坊已变成规模很大的手工工场，劳动效率也由于分工而提高了许多倍。

但是有一个问题却时时困扰着人们，那就是：人们的力气太小了，许多重活根本不能胜任。比如推动机器转起来，用以织布，或加工铁制品。比如开采煤矿，因为煤埋在很深的地下，要采煤必须挖很深的井。但煤井中常常有许多地下水，如果不排掉，矿井就要被淹，而排水是一件非常重的劳动。

那时候还没有发明用电呢，矿井中为了排水，人们就用马来拉动抽水机。可这是很不合算的，养马要花很多钱，马干一阵还要休息，为了连续不断抽水，就要轮班换马。因此，有的煤矿单单为了抽水，就要养四五百匹马！

人们多么需要一个又听话，又能一天到晚不停地干活的“大力士”为自己出力啊！

在瓦特之前，就有过许多人去寻找这个“大力士”，但结果都不太理想。一些人开始想到了水蒸汽。人们都有这种经验：当一锅水被烧开时，不管盖子有多紧，水蒸汽都会冲出来，怎么也挡不住。如像现在的高压锅，气憋久了，还会发生爆炸。可见水蒸汽的劲儿不小。一些人还发现，在一个很热的密闭容器内的水蒸汽如果冷却变成了水，盖子是很难打开的（如现在人们常用来沏茶的带盖的玻璃杯，水凉后盖子极难打开）。这是因为容器内产生了真空，外边的空气想进去补充，把盖子压紧的缘故。

水蒸汽的这些特性，许多普通人都熟视无睹。但一些有学问，或长期从事制作的能工巧匠们却想到了利用它。

1712年，一个铁匠出身的英国人，名字叫纽科门，他在总结前人经验教训的基础上，制出了一台利用水蒸汽力量做功的机器，还给它取了个名字：“大气压力蒸汽机”。当纽科门把它用于煤矿抽水时，一台机器竟能顶上二三十匹马的力量，而且只要换人不断烧火操作，它可以不休息地昼夜干活。

这个机器在当时受到许多人的欢迎。但是它的缺点也是很严重的。因为，它还是一种能在各个部门、各种场合普遍使用的、性能稳定的动力机械。而最后完成这一历史任务的，就是大名鼎鼎的瓦特。

## 不平凡的身世

詹姆斯·瓦特，出生于英国苏格兰的格林诺克城。祖父是教航海学的教师，父亲是一个熟练的修理、装配工人。瓦特幼年在家即受到良好的教育。上学时，他的数学成绩特别优秀。可惜，因从小体弱多病，没毕业就退学了。但他却在家自学了天文、化学、物理等多种知识，还从父亲那里学得了木工、机械制造、仪器修理等多种工艺技术。

17岁那年，父亲经商失败，家道中落，瓦特被迫外出谋生。他来到伦敦，很幸运地做了著名技师摩尔根的学徒。有名师指点，加上勤奋好学，基础又好，还没出师就能制造难度很大的经纬仪、四分仪、罗盘等仪器了。

艰苦的生活和繁重的劳动使瓦特再一次病倒，只好又返回家中。可是，迫于生计，病没好就又去了哥拉斯哥。他本想在哥拉斯哥搞点制造和修理的营生，但哥拉斯哥的“铁匠行会”因他不是本城居民而不允许他开业。这使瓦特陷于绝望之中。

幸好，哥拉斯哥大学的布莱克教授收留了他，让他当了修理、制造教学仪器的工人。布莱克教授和当时在该校任副校长的著名经济学家亚当·斯密独具慧眼，看中了这个心灵手巧的年轻人，并全力支持他的工作，甚至专门给他房间做工作室和出售产品的店铺。

哥拉斯哥大学在当时是一所非常进步的学校，学术气氛不错，讲究平等，还能主动适应当时社会生产发展的需要，为当地工人开办夜大学，讲授自然科学知识，瓦特也常去听课。这个工匠出身的年轻人，由于长期的修理、制作劳动，练就了一双灵巧的手。又由于他从小就极其用心地学习自然科学知

识，特别是大学良好的学术氛围的熏陶，使他具备了一般工匠所没有的智慧的头脑。他会法语、意大利语和德语，他除了物理、数学有很深造诣外，对化学、考古、法学、美学、诗歌等方面也有很好的修养，还特别对德国的哲学感兴趣。

瓦特的智慧和天才来自他长期的实践和劳动，来自他的刻苦学习，来自欧洲十八世纪以来各种优秀文化、科学成果的哺育。而这一切，都为他后来的发明创造奠定了极为坚实的基础。

1761年前后，瓦特就开始把注意力转移到改进当时的纽科门蒸汽机上了。他先后做过数次实验，但没有成功。由于工作的限制，他也没有机会深入研究。

1763年的一天，机会终于来了。学校将一台坏了的纽科门蒸汽机模型交给瓦特修理。已对这种蒸汽机的构造了如指掌的瓦特并不满足于照原样把它修好，而是对它深入细致地进行了研究。瓦特从此走上了长达数十年的改进、研究、制造、经营蒸汽机的道路。世界也因瓦特的杰出贡献而完成了伟大的第一次工业革命。

## 刻苦攻关

纽科门大气压力蒸汽机的工作原理是这样的：它的主要工作部件汽缸与活塞，合起来很像一个自行车打气筒。活塞可在汽缸里上下移动。是什么力量让活塞移动呢？当锅炉里的水烧开后，产生的水蒸汽就以很大的力量冲进汽缸，这样就把活塞顶上去。这时，把第一个开关关掉，气断，再打开第二个开关使冷却水进入汽缸，这样缸内蒸汽迅速冷却而变成水。由于缸内成了真空，就“吸引”活塞向下运动，于是完成了一个上下循环运动。再打开第二个开关，冷凝水就流出去了。以上动作只要重复进行，机器就可不断运动下去，活塞杆随活塞上下移动，力量很大，用它就可带动其他机器运动，为人们干活了。

瓦特仔细研究之后，发现这种蒸汽机最大的缺点是太浪费蒸汽。你看，汽缸外面光秃秃的，温度保不住，每运动一次，还要向缸里喷大量冷却水；为防漏气，还要在活塞上方注入密封水。这样汽缸内温度很难保持在100以上，水蒸汽只好把大量能量消耗在加热汽缸壁上，真正做功的热能就很少了。据测算，纽科门蒸汽机只能利用1%的热量，就是说，烧100公斤煤，99公斤浪费掉了。

这里有个很困难的矛盾需要解决：用水蒸汽顶活塞往上做功时，必须使汽缸保持100以上的高温，而为了使缸内产生真空，把活塞往下吸引，又要使汽缸冷却的温度越低越好。这个问题使瓦特伤透了脑筋。他像个呆子一样，走路想，吃饭想，睡觉也想。

有一天，他突然想到，为什么不能把汽缸里的蒸汽引到别处去冷却呢？这样不就可保持汽缸温度，又可使蒸汽冷却产生真空吸力吗！根据这个思路，他去掉了冷却水管路，并把冷凝水收集池改进成能使蒸汽迅速冷却的装置，取名“冷凝器”。这时，只要始终保持冷凝器的低温，就可使蒸汽不断冷凝成水而产生足够的真空把活塞吸下来。

此外，他又对汽缸进行了很大的改进：第一，在外面包上很厚的保温层。第二，去掉了活塞顶上的密封水并给汽缸加上了盖。第三，给活塞加上了密

封垫圈以避免漏汽。上述成果使瓦特获得了第一项专利。

经过这一改进，蒸汽机在原有基础上大大迈进了一步。然而这一步，却整整花了6年时间。瓦特不仅耗费了大量精力，而且在经济上也负债累累。当债务和贫困压得他喘不过气来时，他甚至心灰意冷地觉得：“搞什么发明，真是愚蠢！”

然而瓦特毕竟是瓦特，由于对发明的执著追求，并有布莱克教授的帮助以及工厂主罗巴克、博尔顿等人经济上的合作，终于使他一步步度过了难关，过了7年（1776年），瓦特在蒸汽机改进上又取得了重大进展。首先，他利用了威尔金发明的能精密加工大炮炮筒的镗床来加工汽缸，使汽缸与活塞配合更加紧密，从而大大减少了漏汽。其次，是扩大了应用范围。从给煤矿抽水，扩大到冶金、开采金属矿等。这时的蒸汽机燃料消耗只有原来的1/3，功率也大为提高了。于是，求购订单接踵而来。到1780年，仅仅4年时间，就制造销售了40台，使瓦特精神上受到极大鼓舞，经济上的困难也大大缓解了。

瓦特是个不知疲倦的发明家。为了适应生产的需要，必须设法把蒸汽机活塞及活塞杆的往复运动变为旋转运动。这样，便有可能在机械制造、纺织、交通等几乎整个工业部门得到广泛的应用。瓦特发明了包括“太阳——行星式齿轮”系统在内的多种转换方法，并在1781年获得了第二项专利。这时的蒸汽机使用范围更广了。

紧接着，在1782年，瓦特又对蒸汽机进行了有决定意义的改进：把从一边向汽缸供汽改为按先后顺序从两边供汽，废汽与冷凝器的联接方法也改进了。这样一来，同样大小的机器，功率几乎一下提高了一倍。同时，瓦特还找到了节约用汽的新方法，即往汽缸送汽时，提前关汽，剩余行程利用蒸汽的膨胀力继续做功。这一改进使瓦特获得了第三项专利。1784年，瓦特又用“平行四边形”的部件，改进了活塞杆与摇臂的联接方法，从而获得了第四项专利。

永不满足的瓦特，就这样无止境地改进着他心爱的蒸汽机。后来，他又给蒸汽机加上了飞轮；用“离心摆”自动控制蒸汽用量的大小，并使汽缸的整个进、排汽机构完全自动化，最后脱离了手工操作。这时的蒸汽机的功率在消耗同样燃料的情况下，比纽科门蒸汽机提高了6倍！转动非常平稳，性能也十分可靠，它几乎成了一件十分完美的工艺品，它成了能在各个工业部门普遍使用的、性能稳定的动力机械，它逐渐把几乎所有的“自然力”——风力、水力、马力排挤出了工业部门（当然，后来风力、水力又有了新的应用）。

瓦特，终于找到了“大力士”——瓦特蒸汽机。在英国各地，到处都有它辛勤工作的身影。它不知疲倦，力大无穷，成为人们最忠实的“超人”朋友。



## 富兰克林

### 早年生活

1717年盛夏的一天，一艘满载甜酒的荷兰三桅帆船，正驶向北美殖民地。船将到波士顿的时候，天色骤变，海湾里波涛汹涌，白浪滔天。三桅帆船颠簸得很厉害，船员们紧张地注视着海面。忽然，一个红头发的水手指着右舷远处，惊呼起来：“伙计们，快看！”

大家顺着他手指的方向，看见一只小木船在浪涛里沉浮着，像一片落叶，随时都可能被吞没，上面隐隐约约还有几个孩童在挥手。情况看来十分危急，三桅帆船立刻改变航向，顶着风浪向小船驶去。大约一刻功夫，小船清晰可见。大家意外地发现，小船上有四五个赤膊的孩子，个个精神抖擞，喜笑颜开，丝毫没有呼救的意思。为首的少年约莫十一二岁，又黑又胖，正稳坐船头，“1、2、1”地指挥着伙伴们划桨。

“孩子们！快上大船，太危险啦！”荷兰水手大声地喊着。“没关系，你们自己当心吧！”浪涛中传来小“水手”们快活的回话。

巨浪一排排涌过来，只听见小“船长”一声“加油”，孩子们划得更勇猛了。小船在波峰浪谷间一起一伏，仿佛在向大海挑战。风卷着漫天乌云，大海咆哮着。海水像小山一样从头顶盖过，小家伙们却拼命地划着、划着，脸上洋溢着和大海搏斗的无穷乐趣……三桅帆船上的人都为这群勇敢的孩子惊叹不已，有的担心，有的赞扬，还有的挥着帽子致意。一位水手打赌说，驾舟的小黑胖子，将来一定能够成为世界上最优秀的船长。

这黑胖蛮勇的小“船长”，就是本杰明·富兰克林。他后来没有像那个荷兰水手预言的那样当船长，却成了美国开国时期最伟大的科学家、政治家和作家。

1706年，富兰克林出生在波士顿。他的父亲为人和善，能歌会画，是个虔诚的新教徒；他原是英国染匠，1685年为了逃避宗教迫害，从英格兰远渡重洋移居北美殖民地，以制造蜡烛和肥皂为业。富兰克林同胞兄弟姊妹共10人，他排行第八，是男孩中最小的一个。他出生的时候父亲已经51岁，是“老来子”。

富兰克林从小聪明好学，8岁进公校读书，门门功课都名列前茅。父亲曾经想让富兰克林受高等教育，把他培养成神学家，但是家累太重，不得不放弃这个打算。富兰克林只上了两年公学、一年私塾就辍学了。11岁的富兰克林成天在家帮老父剪烛芯，擦印模，在店里打杂。

波士顿东临大西洋，是个风景优美的港口。富兰克林在海边长大，很喜欢游泳、潜水，船也划得很好。他常常率领一群小伙伴，驾着帆船在海上追波逐浪，大家推他当“船长”，听他指挥。大海的熏陶，使富兰克林从小酷爱自由，养成不怕风浪、不畏强暴的性格。他这时最大的理想是去航海。

父亲很了解儿子的心愿，但是富兰克林有个哥哥远航海外，多年没有下落，由于担心他重蹈覆辙，所以一直不准他离家。为了给富兰克林挑选一个合适的职业，父亲操了不少心。他带富兰克林去学过砌砖、制刀、铜匠等手艺，可是都没有学成。他想让富兰克林继承家业，但是富兰克林对它偏偏毫无兴趣。怎么办呢？他后来发现儿子很爱读书，小家伙一有零钱就向书店跑，特别喜欢读名人列传、航海小说，于是决定让富兰克林去学印刷。他把12

岁的富兰克林送到大儿子詹姆斯开的印书店去当学徒。从此，富兰克林和印刷业结下了不解之缘。

印书学徒的生活是艰苦的。詹姆斯性情暴躁，唯利是图。他完全把这个同父异母的小兄弟当做廉价劳动力，排字、背纸、送书、跑腿，富兰克林样样都得干。据富兰克林《自传》里说，詹姆斯很容易发怒，动辄“鞭挞交加”。富兰克林容忍了这一切，因为他在这里有机会读到许多难得的书籍。每当夜深人静的时候，他就躲进阁楼，兴趣盎然地翻阅刚装订好的新书，他结识了几个其他书店的学徒，也经常带一些畅销书给他看。借书条件有两个：一是不准玷污；二是期限只有一个晚上，否则第二天清晨店主查书的时候会以为被偷了。富兰克林为了读完一本好书，常常彻夜不眠。几年里，他博览群书，从许多文学、哲学名著和科技读物中汲取了丰富的知识，其中不少书对他一生的事业有很大影响，培根（1561~1626）说过：历史使人明智，诗歌使人俊秀，数学使人严密，科学使人深刻，伦理学使人庄重，逻辑修辞学使人善辩，所有这些，都能陶冶性格。这段话用在富兰克林身上是非常恰当的。他攻文学，练写诗，习算学，研究航海术，多有所得。一些启蒙思想著作，在他心中播下了争取自由、反对暴政的种子，对他后来很有影响。特别是希腊史学家色诺芬（约前430~约前354）的《苏格拉底言行回忆录》一书，富兰克林读后很受启发，终生难忘。他很佩服苏格拉底（前469~前399）的辩论法，后来和人争辩的时候，从不武断下结论，多用谦虚的言辞，在反复诘问中求得真理。

富兰克林学习勤奋，进步很快。他学诗不久就写了几首俚曲，赢得不少小读者。富兰克林从此就希望将来当个诗人。父亲知道后大泼冷水，告诉他说“自古诗人多是乞丐”，富兰克林这才打消了当诗人的念头。有一次，他写信同友人辩论妇女教育问题，信被父亲看见，指出信中说的虽然在理，但是文章松散拖沓，不能切中要害。富兰克林听后，心中折服，发奋练笔。正像一首诗中写的那样，“宝剑锋从磨砺出，梅花香自苦寒来”。富兰克林下了一番苦功夫研习散文，果然很有成效。他当时见到一本英国出版的《时评报》很有文采，就用它做作文范本，反复朗诵，细心揣摩。为了加深印象，他先把报中好文章改成诗歌，几天以后又从诗歌改写成散文，有时还把原文次序颠倒，自己来编写。不出半年，他的文笔大有长进。富兰克林后来成为美国著名的作家，“下笔千言，势撼山岳”，是和这段努力分不开的。

当时，正好詹姆斯筹办了一份报纸，名叫《新英格兰新闻》，是北美第二家报纸。报上常登一些文学小品，很受读者欢迎。15岁的富兰克林也很想一试。他断定哥哥如果知道他写的稿子绝不会采用，于是用另一种笔迹抄出来，不署名，半夜里悄悄放在印刷所门口。第二天早晨，詹姆斯发现匿名文稿，请一些常在报上写文章的朋友评定，都一致称赞是佳作，有位诗人还断言它出自名家手笔。文章印出来以后反响热烈，富兰克林喜出望外。以后他经常匿名投稿，都在报上发表了。时间一长，詹姆斯感到纳闷，很想见见这位不愿披露姓名的“名家”是什么模样，他在半夜里悄悄躲在印刷所门后，当他发现写稿人竟是富兰克林的时候，大吃一惊。詹姆斯并不欣赏小兄弟的文才，他所算计的只是生财之道。这个印书店老板不但不付稿酬，还要富兰克林继续无偿提供稿子，而日常劳役丝毫不减少。富兰克林本来就富有反抗精神，加上詹姆斯平日一贯以店主自居，不顾手足之情。对他要求过分，兄弟俩冲突越来越激烈，最后终于决裂。在忍无可忍的情况下，富兰克林决计

脱离印刷所，另寻生路。当时他和詹姆斯的合同没有满，不能脱身，而且詹姆斯通知波士顿所有的印刷厂，都不得收留富兰克林。富兰克林几经周折，才摆脱了控制。

1723年10月一个薄雾的早晨，富兰克林瞒着老父和詹姆斯，在一位朋友的帮助下，偷偷搭上一艘去纽约的商船，离开了波士顿。这时富兰克林正好17岁，他把全部财产——多年积累的一捆藏书变卖了作为路费。

船启碇离港。富兰克林凝眸望着波士顿的城廓渐渐远去，在心里默默地说：“告别了，印刷所！告别了，故乡！”在波士顿，他度过了难忘的少年时代，学到了宝贵的启蒙知识，也种下了反抗暴戾的种子。如今，他要自己去闯路子了！船在蓝色的波涛里鼓帆南下，望着飞翔的海鸥，富兰克林不由心旷神怡，感到一种获得自由的喜悦。他的心潮也像海涛一般在翻滚。

不平常的经历

经过三天三夜的航行，船到纽约。

富兰克林在这里人地生疏，奔走了几天也没有找到工作。后来他辗转到当时北美最大的城市和金融中心费城。那时，纽约、费城之间陆路交通不便，他是从水路去的。船先是沿海南下，当转向内河的时候，突然狂风大作，白浪滔天，船上旅客险些遇难。后来大家登上一个小岛才得救。这次旅程，一路上历尽艰辛，饱受磨难，等最后乘另外的船抵达费城港口的时候，富兰克林浑身透湿，蓬头垢面，衣袋里只剩一枚银币。他买了三只长条形的大面包，手里拿一只，腋下夹两只，一边吃一边走，模样十分滑稽。当时恰好有个少女在窗前看到富兰克林的狼狈相，感到很好笑。富兰克林发觉后，自惭形秽，也跟着笑了起来。那姑娘名叫丽德，长得端庄秀美，是小康人家的女儿，后来成了他的朋友。

富兰克林凭着印刷技能和文才，在丽德的帮助下，很快在费城一家印刷厂找到工作。两年以后，他和丽德定了终身。但是小伙子生性好动，渴望干一番事业。不久，富兰克林在同事的鼓动下，怀着挣一笔钱办印刷业的向往，远渡大西洋，到了英国。可是英国并不是他想象中的天堂。他在伦敦混了18个月，一个钱也没有赚到。富兰克林先后在两家印刷厂当排字工，每天累得筋疲力尽。他生活在最下层，和各种人物结交，议论时局，诋毁宗教，探讨学问，生活放荡不羁。在伦敦的贫民窟里，富兰克林尝尽了资本主义社会的艰辛，也学到许多书本上学不到的东西，在思想和性格上受到很大的磨练。英国当时正处在工业革命前夕，排字、印刷已经有明确分工，富兰克林在印刷技术和机械上也增长了一些新知识。

由于生活颠沛，放浪形骸，富兰克林在伦敦渐渐忘了同丽德的婚约。他在一年半的时间里只给丽德寄过一封短信，并且说不知哪天才能回去，不料因此铸下大错。1726年10月，富兰克林两手空空回到费城，丽德在绝望之下已经另嫁他人。富兰克林后悔莫及。他无家可归，只好进费城一家印刷厂重新当排字工人。他用在伦敦学到的新技术自创字模，制成了一种新式铜版印刷机。不久，他因为不堪厂主的剥削，和友人合伙开设印刷厂，年轻的富兰克林开始了自己的事业。

富兰克林的青年时代，正是美利坚民族形成的初期，美国还没有诞生。当时北美大西洋沿岸十三州是英国的殖民地，政治上受英国统治，经济上也受英国控制，民族矛盾相当尖锐。殖民地的新兴资产阶级要求参加政权和保卫财产，人民群众也起来反抗殖民主义的统治和压迫，整个北美正处在觉醒

的前夜。随着殖民地经济的发展，北美出现了统一的市场，费城、纽约、波士顿等地也发展成繁荣的商业城市。费城和纽约之间修建了公路，交通发达起来，殖民地和海外的贸易以及殖民地之间的经济和文化联系也日益密切。所有这些，都为北美资本主义的发展准备了条件。富兰克林生活在这种资本主义上升的大变动时期，又来自市民阶层，受资产阶级启蒙思想影响，敢作敢为，顺应了时代的潮流，因此他的事业发展很快。

第二年秋天，21岁的富兰克林组织了青年自学团体“共读社”。参加的多是好学上进的年轻人，有工人、鞋匠、技师、诗人以及自学成才的数学家等。他们每星期五在旅馆集会，每人轮流提出议题，展开讨论，内容涉及科学、政治、文学、哲学等。富兰克林是“共读社”的中坚和领袖，他要求大家不问职业和宗教信仰的差别，互相敬重，以探求真理为己任，不意气用事，不进行诡辩。一个21岁的青年能够表现出这样的才干，是很难得的。富兰克林日后成为美国开国时期最著名的社会活动家和科学家，并不是偶然的。

富兰克林在厂里兢兢业业，苦心经营，再加上“共读社”社友们多方支援，他的印刷业渐渐兴旺起来，不久又创办了一份报纸《宾夕法尼亚新闻》。富兰克林的印刷技术和散文才能得到了充分的发挥。报纸发行不到几个星期，就以印工精良，文笔清新、泼辣闻名，销路很好，受到社会各界的好评。这样一来，富兰克林既发展了印刷业务，又有了舆论阵地，一举两得。1729年在两位挚友的资助下，富兰克林开始独自经营印刷厂。当时费城市民要求增印纸币的呼声很高，反映了新兴资产阶级的要求。但是银行和大资本家坚决反对，两种意见相持不下。富兰克林在“共读社”里以纸币为题，进行了热烈讨论。他把大家的意见归纳起来，写了一篇《略论纸币的性质和必要性》在报上发表，文中引证1723年宾夕法尼亚省一度发行纸币，刺激了商业繁荣、就业不断增加的事例，极力赞助市民的要求。这篇文章一发表，舆论急剧变化，增印纸币的声势大壮，反对的意见被击败。

议会最后通过了增印纸币的提议，为了表彰富兰克林宣传的功劳，决定把印纸币的特权授予他的印刷厂。这件事给富兰克林带来莫大的收益，他不但获得政治声誉，而且还清了债务，在经济上自立起来。新纸币发行以后，收效显著，促进了经济的繁荣。费城的商业、建筑和人口都随着增加，富兰克林的印刷所也有了很大的发展。

第二年，24岁的富兰克林结了婚。说来也巧，他娶的不是别人，竟是过去的未婚妻丽德。原来丽德当初受女友撺掇，误嫁给一个名叫罗泽斯的陶器商，婚后发现他另有所欢，品质恶劣。丽德整天悲戚，郁郁寡欢，生活很不幸。她后来和罗泽斯断绝夫妻关系，分居两地。富兰克林知道这些情况以后，悔恨交集，前去看望丽德。两人一见面，泪如雨下。那时罗泽斯因为挥霍无度破了产，已经远逃西印度群岛。富兰克林冒着风险和丽德举行婚礼，终于破镜重圆。丽德温柔贤淑，勤俭操持。她跟富兰克林结婚以后，把家庭和印刷所事务料理得井井有条，富兰克林从此在事业上多了一个得力助手。

## 创办图书馆

中国有句古话，叫做“筚路蓝缕，以启山林”，比喻创业的艰苦就像架着车，穿着破衣去开辟山林一样。富兰克林的事业也是这样开始的。当时北美是英国的殖民地，经济很落后。美国民族正处在摇篮里，还没有自己的文

化和科学。富兰克林在婚后不久，倡导创办了北美第一所图书馆。这是美国历史上一件开天辟地的事。当时富兰克林只有 25 岁。

起初，这件事是在“共读社”上提出的。社友们每次讨论的时候，都感到手边参考书籍不够。富兰克林灵机一动，建议大家把自己的藏书搬到社里来，让社友们共同浏览。第二天，一座小“图书馆”就成立了。书架上大小图书，琳琅满目，大家翻阅起来很方便。可是好景不长，因为没有专人管理，随便拿取，图书有减无增，没多久“图书馆”就瓦解了。这个尝试虽然失败了，却给人很大启发。他们总结经验教训，由富兰克林主持，用“共读社”名义发起募捐，请一位著名律师协助，成立了费城图书馆，也是北美第一座民办图书馆。首批读者 50 人，按规定每人先交纳 40 先令开办费，以后每年再捐 10 先令。图书馆成立以后，从海外购来一批图书，每周开放一次，捐款者可以自由借阅，但是要按照规定期限送还。费城图书馆成立以后，读者越来越多，有人把家里的藏书也捐赠给图书馆。消息传开，各地纷纷仿效，也建立起图书馆来，大大促进了北美开创时期的文化传播。几年以后，依靠政府的资助，把图书馆改成公立的。从此，图书馆就成为人们进行学习和科学研究所不可或缺的文化机构。

富兰克林既是图书馆的创始人，又是最热心的读者。不论刮风下雨，他每天都要到图书馆去看书。他曾经说：“读书是我唯一的娱乐。我从不把时间浪费在酒楼茶肆或者哪种无聊的游戏上。”富兰克林非常珍惜时间，他有一句名言，直到今天还是人们的座右铭：“你热爱生命吗？那么请别浪费时间，因为时间是组成生命的材料。”

一天，图书馆从国外买来一摞装帧别致的新书。富兰克林很有兴趣地翻阅起来。但是当他打开书的时候却皱起了眉头：书里全是他不懂的外文。富兰克林这时已经 27 岁，他下决心要掌握外语。那时，欧洲有大量劳苦群众为了逃避赋税、战祸到美洲来谋生，学外语的条件很好。富兰克林先学法文，三个月左右就能够看书了。接着，他又学意大利文。和他一起学习的还有一位朋友，那小伙子是个棋迷，每天课后都要拉着富兰克林下几盘，常常耽误学习。富兰克林不愿浪费时间，就想了个办法，他和对方约定，每次只下一盘，胜者为师，或对话提问，或文法造句，可以随意命题，考核对方。谁不守约，就取消下次对弈。两人棋艺本来不相上下，所以互有胜负。富兰克林就用这个办法把那个小伙子的学习积极性调动起来。他们切磋琢磨，进步很快，不到半年意大利文就过关了。

外语学习常常有相通的地方，富兰克林在学会法文和意大利文以后，乘胜前进，紧接着又学会了西班牙文，可以直接阅读塞万提斯（1547～1616）的原著。有一天，富兰克林心血来潮，想试一试难度最大的拉丁文。他幼年曾经在学校学过一年拉丁文，有些基础，只是多年没有用，已经忘得差不多了。出乎意料的是，他拿来一本拉丁文书浏览，由于通晓了几国文字，融会贯通，居然十有八九都可以读懂！富兰克林又惊又喜，从这里他体会到，所有的学问只要勤学苦练，入门之后，循序渐进，就一定会有效。

几年以后，富兰克林作了费城的邮政代表。他整顿邮务，改革市政，发起成立救火会，热心社会福利事业。也就是在这时，他开始致力研究科学技术。富兰克林注重实验和观察，重视科学技术的实用价值，认为科学和技术应当造福人类。这个观念导致他后来在科学技术上作出重大贡献。

富兰克林最早的科学活动，是发明新式火炉。这种火炉结构新颖，使空

气进入炉膛前先经过预热，可以增高炉温，节省燃料。新火炉试制成功以后，他的一位开铸铁厂的朋友仿制出售，深受市民欢迎。宾夕法尼亚省长很赏识这项发明，要给富兰克林专利权。富兰克林婉言谢绝了，他认为应当把自己的发明贡献给社会，不能用来谋取个人的私利。

富兰克林这种通过科学和发明为他人服务的哲理，对后来美国的科学史发生了深刻影响。1734年，富兰克林在费城创建了美国第一个科学团体“北美增进有用知识哲学会”。他的科学活动从此进入盛期，其中贡献最大的是电学研究。

## 电学领域的垦荒者

虽然我国商代甲骨文就有雷电的记载，古希腊人也早发现琥珀的静电特征，但是人类认清电的本质，驾驭它来为我们造福，不过是近两百多年的事。

富兰克林诞生的时候，电学几乎还是一片荒地。在这以前，对电学作过探索的学者寥若晨星。我国东汉的王充（27～约97）算是一个，他在《论衡》里解释过雷电。不过王充主要是哲学家，没有对电作进一步研究。到了16世纪，英国的一位御医威廉·吉尔伯特（1540～1603）发现除了琥珀外，其他多种物质摩擦以后也能够吸引轻的东西，他首先使用了“电”的名称。但是电究竟是什么，这位御医也只好摇头了。以后，在17世纪整整100年间，电学只有一项发明，那就是奥托在1650年用硫磺制成一台简陋的静电起动机。这台仪器很原始，起电的时候要用手来摩擦。18世纪以前的电学，不过就是这样。

到了富兰克林时代，电学才走出襁褓。

1745年冬天，电学界传出一个激动人心的消息：德国的克莱斯特（1700～1748）和荷兰的马森布罗克（1692～1761），几乎同时发现了电震现象。克莱斯特用铁杆插在潮湿的玻璃瓶里，用摩擦起电机使铁杆带电。他的手无意中碰到铁杆，突然感到全身剧烈颤动，几乎昏倒在地。他把这个情况告诉一位同事以后，不久，又听到荷兰莱顿城的马森布罗克也遇到类似情况。马森布罗克的瓶中装有水，电震程度更厉害，以至他写信告诉一位朋友的时候还心有余悸。那位朋友照着他所说的一试，结果同样可怕，电震的时候还发出响声。这就是有名的“莱顿瓶”和电震现象。这一发现使人们对电产生了崭新的认识。从前人们只把琥珀吸芥等静电现象当做有趣的游戏，莱顿瓶第一次向人们显示了电的威力，并且也是第一次可以把电荷储存起来。它像春雷一样把电学惊醒了！

第二年，一位名叫斯宾士的英国学者来波士顿讲学，表演电学实验，主要仪器就是莱顿瓶和几根供摩擦起电用的玻璃管。富兰克林恰巧有事到波士顿，他怀着极大的兴趣观看了斯宾士的表演。虽然实验并不完善，而且有的现象斯宾士本人也不能解释，但是在富兰克林眼前却展现出一个崭新的领域。富兰克林当时已经40岁了，他像年轻人一样兴冲冲地拉着斯宾士问长问短。斯宾士很感动，临别的时候拍着他的肩头说：“这是一块等待开垦的处女地，先生确有兴趣，就来参战吧！”

富兰克林怀着跃跃欲试的心情回到费城。真是无巧不成书，几天以后，他的一位通信朋友、英国皇家学会会员科林逊从伦敦寄来一只莱顿瓶，赠给费城图书馆，并且附有实验说明。这只莱顿瓶是经过改进的，里外都衬有金

属箔，电的性能更明显。科林逊是一位植物学家，他不远千里寄赠莱顿瓶，足见这项发明当时影响很大。富兰克林喜出望外，立刻邀请几位挚友动手试验起来。当时谁也没有料到，这位 40 出头的新兵，一年以后竟成为电学研究的主将。

起初，他模仿斯宾士的表演，做了一些简单的试验，一一应验。没多久，他就有了好几项有价值的新发现。为了集中全部精力投入电学研究，富兰克林索性把印刷所也出让了。朋友们听说他改行搞电学了，都觉得奇怪。他们远道赶来观看试验，经常把家里挤得满满的，连丽德也成了热心的观众。富兰克林常请客人们即席登场，当实验助手。他还自备原料，在玻璃厂吹制了各种瓶子和试管分赠好友，发动更多的人参加研究。通过反复实验，细心揣摩，富兰克林对静电特性渐渐有了独到的见解。有一次，他叫两位朋友并立在绝缘板上，他自己却站在地上。左边的朋友用手摩擦一个玻璃管，使它带电。右边的朋友再用手指接触玻璃管，也带上电。然后他伸出双手分别和两位朋友接触，只要气候干燥，接触的时候就会看见电火花。但是，他发现如果两位朋友在和他接触以前互相触摸一下，就不会出现电火花。这个现象在客人们看来有点像耍魔术，而富兰克林却得到很大启发。1734 年，法国人杜法伊（1689~1739）发现，摩擦玻璃棒和摩擦胶木棒所产生的电特性不同，同电相斥，异电相吸。这样，杜法伊就断定电的本质有两种。富兰克林对这个观念一直有疑问，现在终于找到答案了。他确认：电的本质只有一种。每个物体都带有一定量的电质，定量不足带“玻璃电”，如果过量就带“树脂电”。他并且用正负符号表示这两种电荷，这和“失去电子带正电，得到电子带负电”的现代解释已经很接近。富兰克林用这种观念圆满解释了实验，他指出摩擦玻璃管的朋友失去电质带负电，另一个朋友带正电。两位朋友互相接触以后，电质重新平衡，所以不带电了。他根据这个实验提出了著名的电荷守恒原理，就是在任何一种绝缘体系中，总电量是一定的。富兰克林因此成为电学史上第一个正确阐述电的性质的人。

富兰克林用莱顿瓶也做了不少新实验。他发现用尖头的东西接近莱顿瓶铁杆，会闪现比较强的电火花。如果换成圆钝的根，火花就很弱。他还用仪器证明了莱顿瓶内外两层所带的电正好极性相反，数量相等。这些新发现使富兰克林非常兴奋，也受到很大鼓舞。但是莱顿瓶也给他带来过麻烦。有一次，他把几只莱顿瓶联在一起，来加大电容量。不料，实验时候守在一旁的丽德不小心碰了一下莱顿瓶，只听得“轰”的一声，一团电火闪过，丽德被击中倒地，面色惨白，后来足足躺了一个星期。这次惊险的意外事故给富兰克林留下深刻的印象，他始终也忘不掉。也正是这个印象，使他联想到空中的雷霆闪电。

### 坚定的信念

以前的人对雷电的认识还很愚昧。一千多年以前，我国杰出的唯物主义哲学家王充指出雷电现象并不是“天怒”，也没有什么“雷公”，而是一种自然现象。他还猜测到这是“阴阳分争”的结果。当然，王充当时指的是阴阳之气的“分争”，和我们今天所说的阴阳电不是一回事，但是他在一千多年以前能够认识到这一步，是很了不起的。不过由于科学水平和文化交流的限制，王充的见解没有引起广泛注意。在富兰克林时代，西方普遍相信“雷

电是上帝发怒”的说法。一些不信上帝的有识之士，试图解释雷电的起因，但是都没有成功。学术界比较流行的，是荷兰学者布尔哈维的观点，认为雷电是“气体爆炸”。

丽德被莱顿瓶击伤这件事，使富兰克林开了窍。那震耳的轰鸣，惊心动魄的闪电，不正和空中的雷电很相象吗？经过反复思考，富兰克林毅然断定：雷电也是一种放电现象，它和实验室里人工产生的电一样，都能够产生光和声音，点燃物体，熔化金属，破坏磁性，杀伤生物。这个见解无疑是人类对电的认识的一大进步，在当时起了振聋发聩的作用。

在这以前，为了感谢科林逊赠送莱顿瓶的友情，富兰克林曾经把自己的电学实验心得整理成文，寄到伦敦。这位植物学家深为朋友的研究成果感到喜悦，他把论文送到皇家学会。可惜论文没有引起那些身居高位的权威们的注意，因为富兰克林当时在电学界毫无名气。皇家学会会刊也拒绝刊载。

科林逊在回信里遗憾地谈起这个情况，丽德忍不住把那些权威老爷骂了一顿。富兰克林却并不介意，他相信珍珠就是在尘土里也终究会发光的。几天以后，他给伦敦寄出了第二篇论文，大胆地宣布了自己的科学假设。文章的题目就叫《论天空闪电和我们的电气相同》。

富兰克林不愧是散文大师，这篇学术论文写得既严谨洗炼，又很有文采。科林逊读后赞叹不止，立刻送交皇家学会讨论。遗憾的是，旧的习惯势力相当顽固，论文在皇家学会传阅以后，得到的仍是一阵嘲笑。有人甚至奚落说：“这位先生竟想把上帝和雷电分家，真是痴人说梦！”

正是“高山流水，知音难得”。唯独科林逊和另一位朋友懂得论文的价值，为了不使富兰克林的论文被埋没，他们多方奔走，终于说服了伦敦一家出版商，把它刊印出来。这位有眼力的出版商后来赚了一大笔钱。

富兰克林得知这个情况，大受感动。他陆续又写了许多关于电学的论文寄给朋友。1751年，他的论著合集《电学的实验和研究》在伦敦出版，这是近代科学史上第一部系统的电学理论著作。书刚问世，没有引起广泛注意，但是没过多久，就在英国畅销起来。书中有趣的实验和独到的解释吸引了许多读者，人们读后耳目一新。

好书是没有国界的，《电学的实验和研究》不胫而走，不久就传到法国。法兰西一个著名哲学家首先对这本书发生兴趣。在他的倡导下，书被译成法文，在巴黎出版。一位哲学家首先发现书的价值，这个事实是意味深长的。恩格斯在《自然辩证法》一书中说：“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维。”这是千真万确的。也正是这个道理，我们现在提倡科学工作者要懂得辩证法，提倡哲学家和自然科学家结成联盟。

具有讽刺意味的是：对于一本电学的最新著作，法国的哲学家看出了它的价值，可是法国的电学家却跳出来反对。在判断一种新的科学理论或者学说的时候，一个平庸的科学家常常不及一个有头脑的哲学家来得正确。巴黎皇家学院的罗勒院长，是一位热衷电学的自然哲学教授。他脱离实践，因循守旧，著有《电学理论》一卷，风行一时。这个人不但比富兰克林资格老、学术地位高，而且还有一群盲从的信徒。他看到法文版《电学的实验和研究》的论述和自己的理论针锋相对，大为恼怒。罗勒不相信书是北美人所著，断定是巴黎的宿敌虚构的，用来拆他的台。这位院长大概肝火很旺，涵养也欠佳。当他打听到波士顿确有富兰克林这个人的时候，怒不可遏。他连篇累牍地写了大量文章和信札，为自己的谬论辩护，并且对富兰克林进行人身攻击。



一天，富兰克林从外面回来，丽德满脸忧虑地递给他一本刚从巴黎寄来的新书。丽德不懂法文，但是她看了封面上印的富兰克林的漫画，感到不安。富兰克林诧异地打开书一看，原来是罗勒院长的文章和公开信的合集，全部是针对他的电学理论和他本人的。对于这种诋毁，富兰克林觉得有必要进行回击。这将是一场远隔重洋的笔战。

当天夜晚，富兰克林在灯下笔卷狂澜，撰写回击文章。凭他的文才和学识，要战胜论敌，扫尽罗勒院长的威风，是不难的。但是当他写到一半的时候，却改变了主意。富兰克林一向不愿把自己的学术观点强加于人，他在书中曾经写过这样的话：“我让这些见解在世界上去碰碰运气。如果它正确，真理和事实将会支持它；如果它是谬误，就理所当然地被撇在一边。”

富兰克林放下手中的笔走到窗前，凝望着繁星闪烁的夜空，沉思起来。他觉得，自己的结论都是从实验中得出的，可以用事实进行检验。书中的推论也没有强迫别人接受，没有申辩的必要。是非曲直，广大读者自有公论。而更重要的是，前面还有很多事要做，与其打一场无休止的笔墨官司，不如全力去搞新的实验。就这样，他决定对巴黎来的攻击置之不理。他后来始终没有回敬过罗勒院长一个字。

关于这件轶事，后来爱因斯坦（1879~1955）同一位科学史家曾经很感兴趣地谈起过。那位科学史家很佩服富兰克林的人格，称赞他没有陷入盲目的争论。爱因斯坦对这件事却只同意一半，他认为，“要避免个人的勾心斗角是对的，但是一个人为自己的思想辩护，那也是重要的。”事实上，他们两个人的话都是对的。富兰克林并没有放弃自己的科学信念，他不是用语言而是用行动来捍卫它，甚至不惜冒生命危险。

## 勇敢的实验

富兰克林认为，要证明自己的理论，最有力的是用事实说话。怎样才能证实闪电和电的本质相同呢？他想到了孩子们玩的风筝。如果在下雷雨的时候把风筝升到空中，或许能证实这一点。因为如果闪电是电，它就会沿着湿风筝线传导下来。

风筝最早起源在我国，古人称做纸鸢，在南北朝的时候已经出现，大约在公元16世纪才传到西方。1752年7月的一天，富兰克林在费城进行了轰动一时的风筝实验。

那是夏天一个阴霾密布的日子，暴风雨就要来临。富兰克林和他儿子威廉用一块大丝绸手帕做成一只风筝。他们在十字形的风筝骨架上装上金属丝，用来接引天空中的闪电。父子俩带着风筝和一只莱顿瓶来到野外。威廉握着线团，富兰克林拿着风筝，他们紧张地期待着，希望雷雨早些降临。丽德不安地在家倚窗眺望。平日她最怕打雷，这时候心头更是被一种莫名的担心震慑着。

远处不时传来低沉的雷鸣，每一声都像战鼓那样敲在丽德的心上。

作为一个电学家，富兰克林深知这次实验有致命的危险，但是他这时已经把个人安危置之度外。

不一会，雷声越来越近，狂风呼啸着卷过一团团乌云。富兰克林把风筝抛到风中，大声叫喊：“跑！”

威廉在旷野里拼命地奔跑起来，风筝扶摇直上，升到空中，紧接着大雨

倾盆，雷电交加。

富兰克林眼里闪烁着兴奋的光芒，狂奔起来。他追上威廉，接过风筝线，拉着儿子躲进旁边一所建筑物。这时候他们的外衣已经湿透了。富兰克林掏出一把铜钥匙，系在风筝线的末端。

只见风筝穿进带有雷电的云层。闪电在风筝上闪烁，雷声隆隆。但是什么也没有发生。

儿子沉不住气了，他说：“爸爸，恐怕这次是白费功夫了。”

“我们要坚持下去，不要放弃，”富兰克林回答说。

突然，一道闪电掠过。风筝线上有一小段直立起来，被一些看不见的力移动着。富兰克林觉得他的手有麻木的感觉，就把手指靠近铜钥匙。顷刻之间，钥匙上射出一串电火花。

“哎哟！”富兰克林叫喊了一声，赶紧把手离开钥匙。无限的欢乐也像电流一样，顿时传遍他的全身。他喊起来：“威廉！我受到电击了！现在可以证明：闪电就是电！”幸运的是这次传下来的闪电比较弱，富兰克林没有受伤。

杰出的预言被证实了！闪电确实是一种放电现象，它和实验室里的电火花完全一样！

富兰克林顾不得危险，他用一块丝绢裹住已经湿透的风筝线，让钥匙直接给莱顿瓶充电。威廉看到瓶上电火花闪烁，惊喜得张大了眼睛。他一点没有想到，那震撼山岳的雷霆，随时都可能落在他们头上。

事后，富兰克林用莱顿瓶收集的闪电，进行了一系列实验，证明它的性质同用起电机产生的电荷完全相同。富兰克林怀着激动的心情向科林逊报告了实验结果。他在信里是这样写的：

当带着雷电的云来到风筝上面的时候，尖细的铁丝立即从云中吸取电火，而风筝和绳索就完全带了电，绳索上的松散纤维向四周直立开来，可以被靠近的手指所吸引。当雨点打湿了风筝和绳索，以致电火可以自由传导的时候，你可以发现它大量地从钥匙向你的指头流过来。从这个钥匙，可以使莱顿瓶充电，用所得到的电火，可以点燃酒精，也可以进行平常用摩擦过的玻璃球或玻璃管来做的其他电气实验：于是带着闪电的物体和带电体之间的相同之点就完全显示出来了。

风筝实验的消息引起了全世界科学界的轰动。富兰克林的电学理论终于取得了决定性的胜利。他的著作被译成意大利文、德文、拉丁文，在全欧洲得到了公认。

在科学的真理面前，罗勒院长的谬论不攻自破，被学术界所抛弃。罗勒这个人后来也渐渐地被人们遗忘了。英国皇家学会的权威们作了反省，他们对两年前不屑一顾的论著重新评议，做了实验，果然一一应验。这些身居高位的科学泰斗们，不由得对书的作者刮目相看。他们笑容可掬地给富兰克林送来金质奖章，并且邀请他当皇家学会会员。

## 制服雷电

风筝实验的成功，启发了富兰克林，可以设法把天空中的电引到地下，避免发生雷击灾害。正当富兰克林进行这种试验的时候，从俄国传来了利赫曼（1711～1753）被雷电击毙的消息。

利赫曼是俄国著名的电学家，曾经在 1745 年发明静电计。为了验证富兰克林的实验，他们把一根大约两米长的铁杆固定在屋顶，一根和铁杆相连的金属导线通入屋里，导线末端连着一根金属棒和测电荷的棉线，当导线带电的电候，棉线会和金属棒分开。1753 年 7 月的一天，科学院正在开会，利赫曼看到就要下雷雨，急忙赶回家。他请了一位画家同行，以便当场给画家介绍实验情况，好给就要付印的出版物绘制插图。当他们走进房间的时候，利赫曼瞥了一下窗子说：“雷电还远，没有危险”，然后走近仪器，察看静电计。就在这一刹那，画家看见从金属棒发出一团拳头大小、淡蓝色的火球，利赫曼躲闪不及，被击中前额。只听得一声开炮那样的巨响，利赫曼没有来得及喊叫就向后倒下！画家的上衣被撕成碎片，也受了伤。利赫曼的好友俄国科学家罗蒙诺索夫（1711~1765）事后伤心地写着：“他用悲惨的实验说明，雷电的力量是可能避免的，铁杆应该竖在雷电可能打到的空旷的地方。”

利赫曼的遇难引起了整个科学界的震惊。这是做强电试验的第一个牺牲者，代价惨重。富兰克林不过是幸免罢了。

消息传出，许多人对雷电试验产生了戒心。但是富兰克林没有退缩，利赫曼的死更激起了他发明避雷针的决心，也使他省悟到雷电的确是可以避免的。

富兰克林夜以继日地工作着，在盛夏还没有结束的时候，他终于试制成一根实用的避雷针。他把一根几米长的铁杆，用绝缘材料固定在屋顶，杆上紧拴着一根粗导线，一直通到地里。当雷电袭击房子的时候，它就沿着金属棒通过导线直达大地，房屋建筑完好无损。富兰克林做了许多避雷针，分送给他的朋友和邻居，建议他们装在屋顶上。

第二年，避雷针开始在勃兰地兹试用。像许多新发明一样，起初的情况并不顺利。

不少居民听信教会和保守势力的蛊惑，认为装在屋顶的尖杆是不祥的东西，冒犯了上帝，会带来旱灾，就在黑夜偷偷地把避雷针拆了。然而，科学最终战胜了愚昧。一场挟着雷电的狂飙过后，神圣的教堂着火了，而装有避雷针的房屋却全都平安无事。

事实粉碎了宗教的谎言，它证明了雷电不是上帝的意志，上帝是不存在的，人定胜天！

避雷针很快推广开来。1762 年避雷针传入英国，1769 年传入德意志，到 1784 年，全欧洲的高楼上都竖起了金属杆。

雷电终于被制服了。这是科学的胜利，也是全人类共同努力的结果。除了富兰克林、利赫曼外，还有许多人为了它作出了不可磨灭的贡献。

## 莱特兄弟

### 父亲的启发

威尔伯·莱特和奥维尔·莱特是一对亲兄弟。他们出生在一位主教的家中。他们的父母老莱特夫妇先前住在米尔维尔，生下威尔伯没有多久，他们移居到俄亥俄州的代顿，并最终在此定居下来。奥维尔在4年之后降生。

这位莱特老主教，是个受人尊敬的、乐于助人的人。但是他不相信人能飞上天。据说有一次，他与一个大学校长谈话时说：“我看科学已不能再发展了，能够发明的东西也都发明出来了。”“我不同意您的看法，”大学校长说，“依我看，50年后，人还可以像鸟一样飞！”“你这是胡说！”老莱特说道。“只有天使安琪儿才能飞行，而安琪儿是上帝创造的！”这个老主教怎么也不会想到，能让人类在天空自由飞翔的，竟然就是他的儿子们，他也不会想到，促使他的儿子们想飞上天，也跟他有某些关系呢！

老莱特是很爱他的孩子们的。有一次他外出回家，给孩子们带回来一个奇特的礼物，名字叫“飞螺旋”。这大约是一个以橡皮筋为动力的竹蜻蜓。只要把皮筋旋紧，一松手，它就能飞上天空。孩子们高兴极了，玩得爱不释手。这个玩意儿也深深地启发了他们。过去他们只知道鸟儿能飞，蝙蝠能飞，蝴蝶、蜜蜂和许多昆虫也能飞，他们没有想到，人自己做的东西竟然也能飞上天呢！从那时起，他们便喜欢上了一切能飞的东西。这时，也不断传来世界上，尤其是欧洲一些人造的东西飞上天的消息。

在父母的支持下，他们受完了中等教育。后来，他们独立谋生了，凭着聪明和勤奋，成为优秀的自行车制造和修理工。而通过这份工作所获得的金钱和机械加工技术，最终为他们制造飞机奠定了坚实的基础。

在这一时期，他们始终没有失去对飞行的巨大兴趣，时时关注着一些人“飞天”的消息。其中，德国人奥托·李林达尔一次次的滑翔飞行最使他们心醉。

李林达尔是一个伟大的实践者，他一生都热心于人类飞上天的事业，曾做过2000多次固定翼滑翔机飞行实验。不过，他思想上始终认为人类将来一定能像鸟儿一样扑动着翅膀飞上天空。他的成功滑翔，为后人提供了极为丰富的经验。1896年，他在一次滑翔中试验一种新的操纵方法，结果因滑翔机突然减速栽下，献出了宝贵的生命。

他的死引起了人们的震惊，也引起了对人是否能飞上天的怀疑。但莱特兄弟知道了之后，却对他充满了敬佩之情，并下定了要为航空事业献身的决心。他们开始通过各种途径寻找一切有关航空的书籍认真学习，还常去野外认真观察鸟类，特别是鹰的滑翔飞行。这一切使他们坚定地认为，人是一定可以飞上天的。不过，吸取他人的经验教训，选择一条正确的上天之路，才是最重要的。

### 面对难题

重于空气的飞行器要上天飞行，有许多问题需要解决。其中最关键的问题是：动力、升力、稳定和操纵。对这几个问题的认识，是经过无数人的努力甚至牺牲，才逐渐成熟以至达到突破的。

首先是动力问题。先前人们总以为，鸟儿能通过自己的力量扑动翅膀飞起来，人为什么就不行？于是就一次次去试验，结果不是根本上不去，就是从高处往下飞时摔伤或摔死。后来随着科学的发展，人们才逐步认识到，鸟儿虽小，但它们新陈代谢的水平，身体的构造，以及用以扑动翅膀的肌肉的发达程度，都适合于飞行，而人是远远不能比的。莱特兄弟接受了这一宝贵经验，采用借助其他动力（后面将专门介绍）的方法，避免了再走弯路。

其次是升力问题。升力和动力虽有联系，但却是两个完全不同的概念。动力可使飞行器运动起来，在与空气相互作用中产生稳定的升力。但有了动力却不一定就有升力。汽车有发动机提供动力，但却不能飞。可见，升力与动力有关，更与飞行器的构造有关，飞行器的翅膀（也叫机翼）就是用来产生升力的。

可是，长期以来人们的研究方向大多数限于学鸟儿扑动翅膀产生升力，结果是失败接着失败。后来人们才逐渐认识到，鸟儿扑动翅膀是一种极为复杂的运动，这对当时人们的技术水平来说，是绝难做到的。这条路终于放弃了。莱特兄弟得益于前人的这一深刻教训，没有走弯路，而是一开始就走上研究固定翼的道路。特别是由于对老鹰在空中伸展翅膀长时间不动而可自由飞翔的观察，更使他们认为，飞行器用固定翼，一定能成功！

最后是飞行的稳定和操纵。这是个很重要的问题。如果飞行器能上天，但飞行很不稳定，像树叶一样乱飘怎么行呢？特别是如果不听人的使唤，叫它升，它却降，叫它向前飞，它却拐弯，那就太糟糕了。飞行器失去控制，会造成空难。在莱特兄弟之前，虽然许多人的滑翔实验已对稳定和操纵问题积累了丰富的经验，但仍有许多问题没有解决。这个历史的任务也落在了莱特兄弟肩上。

## 试飞成功

在李林达尔死后3年中，莱特兄弟进行了极为艰苦的学习和探索。他们认为，要实现人类的飞行，首先要解决的还是飞行器的飞升、稳定和操纵问题。动力问题，根据前人的经验，可利用从高处下降时重力做功得到暂时解决。这样，他们从研究无动力的滑翔机入手，开始了漫长的创造之路。

1899年，他们制成了一架双翼的滑翔机——与其说是飞机，倒不如说是一架大风筝。不过这风筝的翼可以通过人的操纵产生一定角度的扭曲和弯曲，从而使它在滑翔中初步取得了操纵的横向稳定性和侧向的平衡。

成功的喜悦使他们的实验一发而不可收。

1900年，他们在前一次经验的基础上，制成了第一架真正的滑翔机。为了更好地实验，他们选中了远离家乡的北卡罗来纳州大西洋海滨基蒂霍克的斩魔山沙丘作为实验场。这架滑翔机，翼展5.18米，人可卧于下层机翼中间操纵。一次次滑翔，使他们掌握了大量前人没掌握的东西，更摸索到了改进滑翔机的道路。

1901年，一架更大、性能更优越的滑翔机造了出来。随后，他们计划并建成了一个自己的“风洞”实验室，以及自制了一些测量仪器。在多次的滑翔和风洞实验中，他们逐渐掌握了机翼形状、大小、飞行速度与升力之间，以及机翼扭动弯曲变化与稳定操作之间的许多规律。他们还发现了前人计算升力公式的错误。在此基础上，逐渐积累并整理出一套计算飞机性能的重要

数据。

1902年，第三架性能更好的滑翔机问世了。这架滑翔机已经十分成熟，就是说，只要再给它安上发动机，就可以做真正的以人操纵的动力飞行了。4年多的时间，他们进行了大小1000多次的滑翔飞行实验，克服了许多难以想象的困难，终于基本解决了飞升和操纵问题。下一步，他们开始向人类飞上天空的最后大关——载人动力飞行冲击了。

动力飞行，最重要的是要解决动力机械问题。幸运的是，他们所处的时代，内燃机的制造技术已经成熟，只要把内燃机搬上飞机，动力问题即可解决。

不过，还有一些特殊的问题要解决，因为当时生产的内燃机没有一样适用于飞机。他们只好自己来设计，改进。经过努力，他们成功地做成一台有12马力的4缸水冷飞行用的发动机。另外，经过细心研制，做成两副直径2.95米的螺旋桨，这就能把发动机的动力变为力量很大的风，依靠风的吹动，解决了飞行的动力问题。

第一架带有发动机的飞机终于在1903年夏天诞生了。他们给它取名为“飞鸟一号”。这架飞机，主要部分是一对双层的大翅膀，骨架用木头做成，表面蒙布，上下翅膀之间，也以木支架联接。远处看去，很像一个双层大书架。发动机装在下层翅膀中间，几乎看不到飞机机身。前面的升降舵和后面的方向舵与大翅膀之间，也以木架联接。飞机没有带轮子的起落架，只有滑橇，以带轮小车支撑助跑起飞，人则趴在飞机下层翅膀上进行操纵。

飞行能否成功？怀着激动和不安心情的莱特兄弟，把“飞鸟一号”运到了基蒂霍克海滨。12月14日，“飞鸟一号”上了轨道，哥哥威尔伯先飞。滑行，加速，离地！威尔伯猛拉升降舵，不想机头抬得太高，速度一下减慢，飞机掉下来摔坏了。他们又花了两天时间，把飞机修好。轮到弟弟奥维尔了。

12月17日，这是航空史上应该永远记住的日子。奥维尔卧在飞机上，稳住激动的心，开始小心翼翼地操纵。滑行，加速！在离地的一刹那，奥维尔平稳地拉动了升降舵，飞机一下腾空而起。接着，凭借螺旋桨的推力摇摇摆摆向前冲去。1秒，2秒……整整持续了12秒，飞行了36.58米，成功了！接着，他们又试验了数次。这一天真是幸运极了，其中有一次飞行，居然在空中停留了59秒钟，飞了259.75米远！要知道，这是人类第一次驾驶重于空气的有动力的飞行器进行飞行啊！

## 不断改进

成功的喜悦鼓舞着他们，也促使他们不断地完善飞机的性能。然而当他们宣布成功的消息后，不但没有受到赞扬，反而有人在报纸上攻击他们。对于这些攻击，他们毫不理会，继续进行着试验和改进。只有他们心里最清楚：他们是成功的，而且一定会越来越好！

1904年5月，他们造出了“飞鸟二号”。它与“飞鸟一号”的最大区别，是发动机的马力从12增加到20。飞行试验的地点，也移到了家乡代顿附近的赫夫曼大草原。他们用这架飞机进行了105次飞行试验。最长的留空时间已达到5分钟，飞行距离4.4公里。但遇到的新问题是飞机急转弯时操纵不灵，造成失速和失控。

1904年冬天，他们又造出了“飞鸟三号”。在这架飞机上，他们改进了

操纵系统，把操纵机翼和方向舵的钢索分开，使它们可以分别操纵。这一改进，飞机的飞行操纵就好多了，转弯、倾斜、做圆周运动和“8”字运动都可以操纵自如了。1905年10月5日，威尔伯驾驶这架飞机，在空中整整飞行了38分钟，航程38.6公里。这次飞行之后，莱特兄弟确定地认为：“动力飞行器的时代来到了！”

奇怪的是，他们的成果在很长时间内没有得到社会的承认。当莱特兄弟企图向美国陆军及英国政府出售技术时，均遭到拒绝。1907年，哥哥威尔伯带着新造好的“飞鸟”去欧洲商谈专利和制造事宜，也无功而返。看来新事物要得到社会承认也不是一件容易事呢！

事情终于有了转机。1908年，威尔伯在法国举行的一次航空表演中，用他新造的那架“飞鸟”，打破了当时所有的飞机航空记录，成为全世界最受瞩目的人。这架飞机，翼展已达12.19米，动力30马力，重量363公斤，时速60公里左右，人也可以坐着驾驶了。

莱特兄弟的成就，终于得到了世界承认。

在这以后，莱特兄弟对飞机又进行了数次重要改进：在方向舵后增加了固定尾翼，并在其上安装了与前升降舵协调工作的升降舵。这样，飞机飞行的稳定性大大增加了。后来，又增加了轮式起落架以代替滑橇，并最终取消了前升降舵。

最后出现的莱特飞机是在1915年。这架军用单座侦察机有70马力，双翼，已有了精致的外型。在它身上，早期“飞鸟一号”的影子几乎不见，它已是一架地地道道的性能稳定的飞机了。掐指算来，莱特兄弟献身航空事业，已奋斗了近20年。他们已成为航空界备受尊敬的人。

## 斯蒂芬逊

### 童年的兴趣

1825年9月27日，天还没有大亮，在英国斯多林克顿居住的许多男女老少，就纷纷起床了。他们有的步行，有的骑马，有的坐车，络绎不绝地向同一个地方赶去。

他们去干什么呢？原来，那里要举行一次试车表演，一片人山人海，简直比过节还热闹。

忽然汽笛一声长鸣，只见一台喷云吐雾的机车，拖着6节煤车和20节挤满乘客的车厢，轰轰隆隆地向达林顿方向驶去。参观表演的人群，立刻发出了热烈的欢呼声和惊叫声。有些骑马的小伙子，催马向前，紧紧迫随在后面，一面跑，一面大声喝彩。

这条飞奔的钢铁长龙，就是世界上的第一列火车——“旅行号”。火车的出现，使陆路交通运输发生了革命性的变化。它为近代资本主义的迅速发展，开辟了广阔的道路。

你知道吗？发明这世界上第一列火车的，是放牛娃出身的工人工程师——乔治·斯蒂芬逊。

乔治·斯蒂芬逊，出生于1781年6月9日。他的父亲是煤矿的一个蒸汽机司炉工，母亲是一个普通的家庭妇女。家8口，全靠父亲的一点工资生活，日子过得十分艰难。为了分担父亲的重担，在8岁那年，他就去给人家放牛了。

贫困的家庭生活，繁重的体力劳动，并没有磨灭斯蒂芬逊强烈的求知欲。每当去煤矿给父亲送饭的时候，他总是围着轰隆轰隆转动的机器，入神地看个不停。他想，自己长大以后，要是也能像父亲那样当一个司炉工，操纵巨大的蒸汽机干活，那该多好。放牛的时候，他就用泥巴来做蒸汽机，有锅炉，有汽缸，有飞轮，做得和真的差不多。

斯蒂芬逊14岁那年，真的当上了一名见习司炉工。望着炉膛里熊熊燃烧的火苗，听着飞快转动的机器轰鸣声，他高兴极了。他一会儿往炉膛里添煤，一会儿给机器擦去油污，弄得满头大汗，一身油泥，也不肯坐下来歇一歇。

一个星期六的下午，工人师傅都下工回家了，斯蒂芬逊一个人还呆在工房里。他借口清洗机器零件，把蒸汽机全部拆卸开，想好好了解一下这台机器的内部结构。拆散容易装配难。等他把一大堆零件重新装配起来的时候，室外早已是满天星斗了。

斯蒂芬逊完全忘记了饥饿。在回家的路上，他的怀里好像揣着一只小兔子，咚咚地蹦跳个不停，生怕第二天机器开动不了。要是耽误了生产，老板是一定不会饶恕他的。他越想越怕，一晚上都没有睡好觉。

第二天天还没有亮，斯蒂芬逊便急急忙忙地赶到了煤矿。他生火加煤，试着发动那台修过的机器。没有想到，它比平常转得还欢哩。这时，他那悬在半空的心，才像一块石头落了地。

兴趣是最好的老师。斯蒂芬逊多么渴望自己也能造一台机器。他模仿着拆装过的那台蒸汽机，试着画了一张草图，送给煤矿的总工程师看。总工程师看后，高兴地拍着他的肩膀说：“好啊，有志气的孩子，希望你多读书，多掌握科学知识，将来发明一台比蒸汽机更好的机器！”可是，斯蒂芬逊从



小没有进过学校门，怎么读高深的理论书籍呢？

### 勤奋补课

为了填补科学知识的空白，斯蒂芬逊决心从头学起。他白天要做工，还要抽空给人家擦皮鞋，修理钟表，好多赚点钱，补贴家庭收入的不足。直到晚上，他才能夹着书本，到煤矿的夜校去上课。那时候，他已经是一个 17 岁的小伙子了，可是他不怕羞，每天都去和七八岁的孩子一起，坐在教室里听老师讲课。由于他勤奋好学，刻苦用功，很快就掌握了许多科学知识。22 岁那年，斯蒂芬逊成了一名机械修理工。

有一次，煤矿的一台蒸汽机突然发生了故障，许多机械师赶来抢修，可是谁也找不出毛病在哪里。总工程师也闻讯赶来。大家望着那台躺在地上的机器，一个个抓耳挠腮，束手无策。就在这时，斯蒂芬逊走了过来，请求总工程师允许他试一试。那些机械师用轻蔑的眼光打量着这个年轻人，似乎说，我们都没有办法，你还敢来逞能？总工程师担心煤矿停产损失太大，又了解他平时喜爱摆弄机器，便答应了他的请求。

斯蒂芬逊挽起袖子，把机器全部拆开，对每一个零件都进行了检查和矫正，然后，又不慌不忙地把机器装配好。他下令开车，蒸汽机果然轰隆轰隆地转动起来。煤矿经理听说这件事后，非常高兴，破格把这个放牛娃出身的机械修理工晋升为工程师。那时候，斯蒂芬逊是 29 岁。

### 研究火车

斯蒂芬逊生活的十八、十九世纪，是资本主义迅速发展的时期。

1768 年，苏格兰的瓦特改进了蒸汽机，给大规模的机器生产提供了强大的动力。资本家生产出来的大批工业品，急需用先进的交通工具，尽快把它们输送到各地去销售。

1801 年，英国人特列维蒂克制造出了第一台蒸汽机车。可是试车的时候，他在点火以后跑去喝水，等他喝水回来，机车早已烧坏了。3 年以后，特列维蒂克又制造了一台机车，取名“新城堡号”。这台机车只有一个汽缸，机身很大，力量很小，靠齿轮传动，开起来声音震耳欲聋，一摇一摆，变换速度困难，经常出轨。特列维蒂克连遭失败，灰心丧气，就不再研制机车了。

1807 年，美国的富尔登发明了汽船，基本上解决广水上运输问题，就在这一年，英国的特勒维也制造出了一个火车头。这个火车头重 5 吨，每小时能走 8 公里，最多拉十几吨货物，再加上经常出事故，许多人都讥笑他说：“你的火车，还不如我的马车跑得好呢。”

就在这种情况下，斯蒂芬逊开始研究火车。他想，煤矿上的蒸汽机能把深井里的水抽上来，特列维蒂克和特勒维造的机车，能拉得动十几吨重的东西，这力量是从哪里来的呢？他细心观察，反复思考，终于悟出了其中的奥妙。原来，火车要想拉得多，跑得快，全靠“大力士”蒸汽机。

为了掌握蒸汽机的原理，斯蒂芬逊不怕吃苦，长途跋涉，步行一千多公里，特意来到瓦特的故乡苏格兰，在那里整整工作、研究了一年。他不知疲倦地阅读了许多有关蒸汽机的书籍，研究了蒸汽机的发展演变历史，实地考察了各种类型蒸汽机的特点。

从瓦特研究改进蒸汽机的过程中，斯蒂芬逊懂得了飞轮可以积蓄能量，保持机器的匀速运转；通过曲柄连杆的传动，可以把活塞往返的直线运动，变成车轮旋转的圆周运动。更重要的是，他明白了能的转变和能量守恒定律。煤燃烧放出能量，水受热变成蒸汽得到能量。啊，是蒸汽的能量推动活塞往返运动，带动车轮旋转，火车便向前运动了。所以，汽缸里的蒸汽温度越高，能量越大，火车就可以拉很多的货物，而且比马车跑得更快。

斯蒂芬逊在总结和掌握了前人制造蒸汽机车的经验教训以后，便开始了研制新的蒸汽机车。他把当时的立式锅炉改成卧式锅炉，用扩大炉膛的办法，来增加锅炉的受热面积和蒸汽。而且，把立式锅炉改成卧式，高度降低，行走、转弯也就平稳、灵活多了。此外，他还在车轮的圆边加上了轮缘，防止火车发生出轨事故，保证行车安全。

经过多年的研究和反复的试验，斯蒂芬逊在 1814 年，制造出了一台名叫“半统靴号”的火车头。他驾驶这个火车头，在煤矿进行了试车表演。试车结果，这台经过改进的火车头，果然比以前的火车头拉得多，跑得快。可惜的是，这个火车头的震动仍然太厉害，在试车过程中，由于机车上的螺栓震松了，以至翻了车，把一名乘车的英国国会议员和英国交通公司的董事长摔伤了。于是，嘲笑指责，挖苦讽刺，时有所闻。有的人甚至危言耸听地说，听到火车的汽笛叫，连天空的飞鸟也会跌下来。一些原来赞成试验火车的官员，现在也极力反对，断言用蒸汽机作交通工具是根本不可能的。

在困难面前，斯蒂芬逊并没有像特列维蒂克和特勒维那样灰心丧气，止步不前。他以巨大的勇气和毅力，决心对火车头继续进行研究和改进。

为了减轻火车行进时的震动，斯蒂芬逊在火车上装置了减震弹簧。

为了进一步提高锅炉的受热面和蒸汽量，加大机车的牵引力和延长锅炉的使用时间，斯蒂芬逊在锅炉里面增设了 20 多根小烟管，让炉膛里冒出来的高温烟汽，从小烟管排出去。

为了防止温度太高引起锅炉破裂，斯蒂芬逊从薄玻璃杯传热快、不会炸裂中得到启示，没有采用增加锅炉壁厚度的办法，而是在锅炉的烟道中添置了一些预热管，使废热气从管外经过。这样，加入锅炉的冷水先经过预热管预热，然后再进入锅炉，就可以避免加入冷水时，因温度剧烈变化引起锅炉破裂。

为了流通空气，减少噪音，斯蒂芬逊把汽缸里的废汽，用小管通到烟筒里去，利用小管里蒸汽向上的冲力，使煤烟出得比原来更通畅，使炉膛中的空气循环加快，煤也就烧得更欢了。

经过一系列的改进，斯蒂芬逊终于造出了牵引力大、运行安全的“旅行号”机车，为火车的制造和发展，奠定了坚实的基础。

## 不断前进

1823 年，斯蒂芬逊应聘负责修建斯多林克顿到达林顿的铁路。1825 年 9 月 27 日，斯蒂芬逊驾驶着“旅行号”机车，在这条铁路上进行试车表演。当这列火车以每小时 24 公里的速度，越过中途的一个大斜坡，安全到达终点站达林顿的时候，斯蒂芬逊才发现，列车上还有 450 名乘客，火车的载重量已经达到了 90 吨。

在成功的荣誉面前，斯蒂芬逊并没有就此止步，自我陶醉。他继续运用

勤劳智慧的刀斧，在铁路交通运输事业上，开辟着前进的道路。

不久，英国政府决定，在利物浦和曼彻斯特两大城市之间修筑一条铁路。斯蒂芬逊被聘请为负责修筑这条铁路的工程师。在当时的条件下，这是一项规模空前的大工程。他和工人一起，克服了重重困难，很快就把这条铁路修成了。与此同时，斯蒂芬逊继续致力于火车的研究和改进工作，并与他的儿子罗伯特·斯蒂芬逊一起，设计制造了一台取名“火箭号”的新火车头。

斯蒂芬逊在研制火车方面取得的巨大成功，大大鼓舞了人们研制火车的兴趣。1829年10月，在利物浦附近的赖布尔，举行了一次火车比赛。应征参加这次比赛的共有三列火车，一辆马拉车，比赛刚开始，有一列火车因为锅炉破裂，退出了比赛。另一列火车跑了44公里，因为汽缸破裂而失败。唯有斯蒂芬逊的火车——“火箭号”，以46.4公里的时速（平均时速22.6公里），拖着17吨重的货物，安全行驶112.6公里，顺利到达终点站曼彻斯特。它的速度比那辆四套马车高出两倍以上，荣获比赛冠军。

从此，火车得到了人们普遍的称赞和重视，正式登上历史舞台，使陆上交通运输的发展，进入了一个新的时期。

1848年，终生致力于发展铁路交通运输事业的斯蒂芬逊与世长辞，终年67岁。

现在，铁路已经遍布全世界，新的铁路，已经修建。无数的火车，不分日夜，正飞奔在城市、乡镇和国家之间。先进的内燃机车和电气机车，牵引力高达好几千吨，时速高达好几百公里，已经取代蒸汽机车。更先进的机车、火车和铁路，正在研究、设计和试验中，前景十分动人。正因为这样，作为火车的发明人斯蒂芬逊，特别是他那不畏艰辛，百折不回，勤奋学习，勇于创新的精神，将永远铭记在全世界人民的心中！

## 冯如

### 少年壮志

提起飞机的发明者和制造者，许多人都知道美国的莱特兄弟。为了纪念这两位伟大的科学家，美国政府将最大的空军基地命名为“莱特基地”，并在他们的家乡俄亥俄州的德顿附近修建了一座著名的“莱特大学”。

殊不知，一位与莱特兄弟生活在同一个时代的中国留学生，在美利坚的大地上，完全依靠自己的聪明才智，设计、制造和驾驶了中国历史上的第一架飞机，他就是冯如。他的成功仅比莱特兄弟晚5年。

1883年冯如出生于广东省恩平县牛江渡区杏圃村，距广州约200多公里。当时的中国正遭西方列强的凌辱，中国的劳苦大众在半殖民地半封建的水深火热中艰苦度日。

冯如的父亲冯业伦是一个朴实憨厚的庄稼人，靠耕耘一小块土地养家糊口。冯如自小聪明伶俐，父亲送他到乡村小学念书，由于他成绩出众，深受老师的喜爱。他从小热爱手工，经常用泥土、木棍等物制造成一些小车、小工具等模型，特别是他用火柴盒做成的“小轮船”给小伙伴们留下深刻的印象。左邻右舍都夸他将来一定是一个很有出息的孩子。就在这时，厄运向他的家庭袭来，由于无钱求医，冯如的四个哥哥相继病逝，小冯如也因家中无钱，只好中途辍学，帮助父亲务农。

冯如12岁那年，在美国旧金山做小生意的舅舅回家省亲，见冯如一家生活困苦，想把冯如带到美国去谋生。冯如的父母得知这个消息后，极力反对。他的母亲擦着眼泪说：“眼下我只有你这么一个孩子，怎么能忍心让你离开我呢？”父母的心思冯如是明白的，但是，他常听人说，大洋彼岸的美国科学进步，有许多在中国见不到的新奇物。冯如的求知欲很强，下决心要到国外开开眼界，将来干一番事业。所以，他恳求父母说：“古人说‘大丈夫四海为家’，我不愿意终生守候在家里，我愿意出去学门手艺，将来孝敬父母。”在他一再的请求下，父母终于同意了他赴美的要求。1894年，冯如踏上了通往美国的航程，不久即到达美国的西部城市旧金山，开始了新的生活。那一年，他只有12岁。

旧金山是一座美丽的城市，也是美国西部重要的金融中心和贸易港口。它人口众多，工业发达，工厂星罗棋布，高耸的烟囱比比皆是。冯如见到这一切，逐渐明白了，为什么西方国家欺辱我们，原来它们工业发达，用机器生产使国家发达起来。如果我们也借助机器，使中国富强，岂不可以改变中国的贫穷落后的面貌？于是，他下决心学习技术，用科技救中国。

6年以后，冯如转往纽约，在那里攻读机器制造专业。他学习非常刻苦，为探讨一个问题，经常研究到深夜。尽管生活紧迫，他为了更多地了解西方科技发展的状况，经常把节省下来的食宿费用购买报纸书刊。为了交纳学费，冯如还要利用课余时间去打工。尽管如此，冯如的学习成绩仍然在班上名列前茅。学校见冯如学习如此刻苦，再加上成绩出众，决定免去他的学费。5年过去了，冯如果然具备了广博的机械制造知识，他通晓36种机器，还发明制造出了抽水机和打桩机，他设计制造的无线电收发报机由于性能良好深受用户的欢迎。冯如当时已成为一位小有名气的机器制造家。

## 顽强的意志

正当冯如潜心研究和制造机械的同时，传来了日本帝国主义强占我国旅顺口、大连和中东铁路的消息。

1904年，日俄两个帝国主义国家，为了争夺在我国东北的特权，在中国的土地上进行了一场狗咬狗的战争。在美国的调停下，1905年9月两国订立了《朴茨茅斯和约》，和约竟规定将辽东半岛南端的旅顺口、大连及附近海域转让给日本；从长春到旅顺口的铁路也交给日本所有。面对这一切，腐败的清政府却置之不理，并予以承认。这简直是中国人民的奇耻大辱。他为清政府的腐败无能而感到羞耻，为祖国的不幸而感到痛心。冯如发誓要用自己的一技之长报效祖国。起初，他想制造一艘军舰献给祖国，以加强中国的海防力量。当时，由于莱特兄弟发明了飞机，在国际上引起强烈的反响。各国纷纷研制飞机、飞艇、航空武器，作为当时国防的先进装备。冯如想，制造一艘军舰，要耗费数百万金钱，不如造数百架飞机，价廉省工，用处更大。主意拿定以后，他对他的助手们说：“现在是竞争激烈的时代，飞机已经成为军事上不可缺少的装备，如果我们能够制造出千百万架飞机，分别驻守在中国的各港口，足以使中国的国防强大起来，外国列强再也不敢欺负我们！”当有人对是否有能力研制飞机提出疑问的时候，冯如坚定地说：“我发誓要用毕生的精力为国家研制成飞机。苟无成，毋宁死！”

研制飞机，首先遇到的困难是缺乏资金。冯如变卖了自己所有的金银玉器，仍不能解决问题。于是，他到当地华侨中去募集资金。当地华侨听说冯如要造飞机以救国，都非常感动，但是，绝大多数人觉得光靠中国人自己的力量是不可能制造出飞机的。冯如并不气馁，加紧了在华侨中的宣传工作。最后，只有黄杞、张南、谭耀能三人愿意提供援助。冯如凑集资金1000多美元，办起了中国人的第一家飞机制造公司。1907年9月，冯如和他的助手，爱国华侨朱竹泉、朱兆槐、司徒璧如一起，在屋仑地区租了一间厂房，开始了研制工作。当时莱特兄弟的飞机刚刚起飞没有多久，为了保持垄断地位，他们把所有资料全部封锁起来。冯如他们只能靠自己掌握的空气动力学的知识，白手起家绘制设计图纸。为了了解当时各国研制飞机的情况以及吸取别人的长处，冯如把自己生活上节省下来的钱全部购买了报纸和杂志。他们起早贪黑，没昼没夜地干着，攻克了一个又一个技术上的难关。经过半年的努力，第一架飞机终于制作出来了。看着自己研制的飞机，冯如兴奋得流下了眼泪。

1908年4月，冯如在奥克兰市的麦园进行试飞，他的朋友们为了安全起见，劝他换一个人试飞。冯如婉言谢绝了他们的好意，他对朋友们说：“生命不足惜，只要中国的飞机能够飞上天，死也值得！”冯如挥手踏上了他所制造的飞机。随着轰轰的马达声，飞机离开了地面。当升至数丈高的时候，一个倾斜，飞机突然坠落在地上。围观的群众呼唤着冯如的名字，向飞机跑去，万万没有料到，冯如若无其事地从残损的机翼下钻了出来。只见他从容自若，面不改色，对走过来的助手们说：“看来我们还要再一次从头开始。”

冯如一行人回到了屋仑，谁知此时他们的厂房已被一场大火化为灰烬。他们几个月来辛辛苦苦绘制的图纸资料被大火烧得干干净净。面对这飞来的横祸，冯如毫不动摇，他坚定地对助手们说：“还是那句话，苟无成，毋宁死！”正当此时，他接到了父母远隔重洋寄来的家书，信中谈到二位老人非

常想念远离家乡的儿子，希望冯如能够立即返乡全家团聚。冯如看过信后，面对遥远的祖国，深情地说：“父母亲大人，请你们原谅你们的儿子吧，飞机造不成，我誓不回国！”

冯如千辛万苦又一次募集到一点资金，重新购置了工具器材，在奥克兰的麦园支起了帐篷，又矢志不渝地研制起来。他们搜集了大量的资料，将它们汇集成册。经过周密的计算，重新设计了零件制作图，精心生产出机翼、方向舵、螺旋桨、内燃机等部件，经过组装，一架全新的飞机诞生了！9月21日，冯如在哥林达市再次驾机试飞。飞机在他的操纵下，腾空而起，飞行了2600多英尺以后缓缓降落在草坪上，“成功了！我们成功了！”围观的朋友们欢呼起来，他们拥向飞机，把冯如高高举起。经测定，冯如的飞机首飞竟达2640英尺，比莱特兄弟的首飞纪录还要远1788英尺。几天后，旧金山的一家报纸发文报道了这次试飞的消息。标题是：《中国人的航空技术超过西方》。飞机从设计到试航成功，仅用了一年零两个月的时间。冯如以他卓绝的天才，丰富的创造力，为中国人赢得了荣誉。冯如的成就，极大地鼓舞了正在遭受西方列强奴役的中国人民，使他们认识到中国人民的力量，增强了中国人民的自信心。孙中山先生看到冯如的成功表演时，感叹道：“中国大有人才呀！”

### 青冢埋伟士

1910年冯如在美国又设计和制造了一种性能更好的飞机。这架飞机机翼长29.5英尺，翼宽4.5英尺，内燃机30马力，螺旋桨每分钟转动1200转。当年10月，旧金山举办国际飞行比赛，冯如驾驶着他新设计的飞机参赛，以700多英尺的飞行高度和65英里的时速分别打破了一年前在法国举办的第一届国际飞行比赛的世界纪录，荣获优等奖，再一次使中国人的航空技术超过了西方。冯如已经成为举世公认的飞机设计师、制造家和飞行家。

冯如的名声越来越大，不惜重金聘用冯如的外国公司越来越多。为了争夺制空权，欧美各国都在积极发展航空事业，他们拼命地网罗航空方面的专业人才。冯如一心想的是发展中国的航空事业，想的是为中国多制造一些飞机，所以他断然回绝了各国的聘请，仍然寻找机会为祖国服务。当时的清政府也在着手筹建空军，他们托人到美国找到冯如，希望他回国做事。冯如喜出望外，当即表示同意，说：“为祖国贡献出我菲薄的才智，正是我平生的愿望呀！”

1911年2月，冯如和他的助手朱竹泉、朱兆槐和司徒璧如，携带着他们自制的两架飞机以及制造飞机的机器，踏上了归国的航程。在途中，望着波涛滚滚的太平洋，冯如思绪万千，他想起了当今世界航空事业发展迅猛异常，从第一架飞机的诞生开始，在不到10年的时间内，全世界已有860多架飞机，这些飞机绝大多数掌握在西方列强的手中，而中国却连一架也没有。他发誓要抱着“强国体，挽利权”的宗旨，发展祖国的航空事业，尽快使祖国富强起来。

经过一个多月的航行，冯如一行人顺利抵达香港，清政府派了宝璧号军舰专程迎接，将飞机和机器安置在广州郊外，冯如原准备在广州郊外为国民演示飞机驾驶，但因革命党人发动的黄花岗起义爆发，此计划未能实现。随着革命高潮的即将来临，清政府对冯如越来越不放心，他们不仅取消了飞行

表演的计划，而且还派人监视冯如的行动。反动政府的昏庸和腐败，使冯如非常失望，他时常仰天长啸，深感自己生不逢时，报国无门。

正当冯如陷于极度苦闷之中的时候，辛亥革命爆发了。冯如毅然参加了革命军，投入到推翻清王朝，建立共和国的革命洪流中。革命军委任冯如为陆军飞机长，授权冯如准备组织飞行侦察队，配合北伐军对驻守北方的清王朝进行空袭。后来由于南北统一，飞行侦察队未能组织起来。孙中山就任南京政府临时大总统以后，非常重视发展中国的航空事业。他积极筹建南京机场，并在1912年2月举行中国第一次航空飞行演飞。在这次演习中，冯如等人驾驶的飞机由于中途发生了故障，飞行数丈后即降落，飞机也有所损坏。尽管这次演习未获得成功，但是它的政治作用达到了，各报相继报道了这一消息，并在全国引起了积极的反响，因为这毕竟是中国人第一次在自己的国土上使用自己的飞机进行的飞行演习。

孙中山先生的关怀和全国民众的支持，给了冯如等人极大的鼓舞，他深感肩上的担子更重了，因为他看到发展中国的航空事业并非是一朝一夕的事情，而是一项漫长而艰巨的任务。演习以后，冯如又一如既往地与他的同事们埋头设计制造性能更加良好的飞机。

1912年8月5日，经民国临时政府批准，冯如在广州郊区作第二次飞行表演。那一天，广州城外的天气格外晴朗，机场的周围坐满了前来观看表演的群众。人群中，有人手捧鲜花，有人手持国旗，都在急切地盼望着那一时刻的到来。中午11点左右，冯如健步出现在观众面前。他头戴飞行帽，身穿飞行衣，显得格外精神。在一片欢呼声中，他简单地介绍了飞机的性能，然后登上了飞机，为观众作飞行表演。伴随着马达的轰鸣声，飞机升上了高空。冯如驾驶着自己制造的雄鹰在蓝天上悠悠飞翔。飞机像一只矫健的银燕，忽高忽低，忽左忽右；看台上欢声雷动，鼓乐齐鸣，天上地下连成一体，共同为祖国航空事业的伟大壮举而欢呼。飞机的空中技巧表演结束后，冯如准备着陆。突然，他望见远远的跑道上有两个儿童在戏闹，不幸的事件即将发生。就在这千钧一发的紧急时刻，冯如猛拉操纵杆，脚踩加速器，飞机像一只发疯的雄鹰，猛然冲上天空，一场突如其来的灾难避免了。但是，由于冯如用力过猛，飞机失去了平衡，在抖动中，部分零件损坏，飞机突然坠落在草地上。周围的观众像潮水一般向着冯如涌来。当他们把冯如从飞机的残骸中救出来的时候，冯如的头部、胸部、腹部等都受了重伤。观众噙着泪水把冯如送到了医院，经抢救无效，冯如长眠在鲜花之中。那一年，冯如只有29岁。

冯如的一生，是为中华的崛起而奋斗的一生，他把短暂的也是毕生的精力都献给了祖国的航空事业。在他生命弥留之际，还念念不忘嘱咐他的助手们继承他的遗愿，把中国的飞机事业搞上去。

珠江在流淌，白云山在哀鸣。9月24日，广州各界人民在冯如飞机坠落的地方举行了追悼会。遵照冯如的遗愿，他的遗体安葬在广州东郊白云山下黄花岗烈士墓的左侧，冯如与开创民国的英雄们一起受到全国人民的怀念。

## 诺贝尔

### 技师家庭

12月10日，是诺贝尔逝世纪念日。

每年的这一天，瑞典斯德哥尔摩音乐大厅灯火辉煌，座无虚席。隆重的授奖仪式，把诺贝尔奖的奖状和奖章，授予世界各国的得奖人。

全世界都关心这一盛大的典礼。人们把获得诺贝尔奖金，看作是科学上的极大荣誉。

诺贝尔奖金是根据瑞典化学家艾尔弗雷德·诺贝尔的遗嘱，用他的遗产设立的。从1901年开始，每年颁发物理、化学、生理（或者医学）、文学与和平事业五种奖金。从1969年开始，增设了经济学奖金。

诺贝尔是安全炸药和无烟火药的发明人。他毕生研制炸药。用自己的全部心血浇灌这一科学之花，使它根深叶茂，硕果满枝。他赢得了大量的专利权，积累了众多的财富。他在1896年逝世之前，决定把3300万克朗作为基金，用每年的利息，分奖给世界上的杰出人物，促进科学文化事业的发展。他在遗嘱中说：“这奖金不论国籍、人种和语言，只发给确实对人类有不可磨灭的贡献的人。”

诺贝尔活了63岁。他一生都是在艰难险阻中努力奋斗度过的。

诺贝尔的父亲伊墨纽·诺贝尔，是一个普通的机械师。他很早就在工厂做工，没有受过高等教育，也没有学过化学。可是，他喜欢化学实验，一有空就制造炸药，并且对建筑学也有见解，是一个热心科学的人。

1833年10月21日，一个瘦弱的婴儿在这个家庭诞生，他就是后来的炸药大王诺贝尔。诺贝尔从小体弱多病，意志顽强，不甘落后。

诺贝尔的父亲很关心小诺贝尔的兴趣爱好，常常讲科学家的故事给他听，鼓励他长大做一个有用的人。有一次，诺贝尔看见父亲在研制炸药，睁着溜圆的大眼睛问：“爸爸，炸药伤人，是可怕的东西，你为什么要制造它呢？”父亲回答说：“它可以用来开矿，筑路，许多地方需要它啊！”诺贝尔似懂非懂地点点头，说：“对，我长大了也要做炸药。”

诺贝尔的母亲娅赛，是一位有文化教养的妇女，性格爽朗，聪明善良，乐观而又有自信心。她对孩子既严格又慈爱，经常带着诺贝尔做一些浇花、锄草、清除垃圾的劳动。

1841年，诺贝尔8岁，进了当地的约台小学。在学校里，他学习努力，经常名列前茅。

这时候，诺贝尔的父亲因谋生困难，已经到邻国芬兰去工作了。他和母亲仍然留在斯德哥尔摩。

没有多久，诺贝尔的父亲创制的一种水雷，被俄国公使知道了。公使参观了他的产品，十分赏识，盛情邀请他到俄国去工作，并且送他到彼得堡（列宁格勒）。他创制的水雷，在1853年爆发的克里米亚战争中，被俄军用来阻挡英国舰队的前进。

1842年，诺贝尔全家移居俄国的彼得堡。9岁的诺贝尔因不懂俄语，身体又不好，不能进当地学校。他父亲请了一位家庭教师，辅导他兄弟三人学习文化。老师经常进行成绩考核，向父亲汇报学习情况，诺贝尔进步很快。学习之余，他喜欢跟着父亲，在工厂里做些零碎活。



诺贝尔跟着父亲，看父亲设计和研制水雷、水雷艇和炸药，耳闻目见，在他幼小的心灵中，萌发了献身科学的理想。父亲也非常希望他学机械，长大后成为机械师。

1850年，17岁的诺贝尔，便以工程师的名义远渡重洋，到了美国，在有名的艾利逊工程师的工场里实习。实习期满后，他又到欧美各国考察了4年，才回到家中。在考察中，他每到一处，就立即开始工作，深入了解各国工业发展的情况。

诺贝尔从小体弱多病，加上他又特别勤奋，1854年的夏天，他的病越来越重，在迫不得已的情况下，只好放下工作去医治。治病期间，他给父亲去信说：“我希望不久能结束这种游牧生活，开始活动内容较多的新生活。目前这种生活，消磨我的时间，实在令人讨厌。”没有等病完全好，他就投身工作和学习了。

诺贝尔的父亲是1859年搬回瑞典的。当时，许多国家迫切要求发展采矿业，加快采掘速度，炸药不能适应这种需要，是一个急待解决的大问题。了解各国工业状况的诺贝尔，坚定了改进炸药生产的决心。

就在这个时候，一个惊人的消息传来了：法国发明了性能优良的炸药。其实，这个消息是不确切的。

原来，法国有名的军械专家皮各特将军，在研究改进子弹的射程和速度时，发现用现有的炸药，不可能有更好的结果，必须改良炸药。于是，陆军部组织力量，着手研究炸药了。这件事，促成了诺贝尔全力以赴，研究炸药。

诺贝尔一天到晚关在实验室里，查阅资料，一次又一次地做着各种炸药试验。他的父母明白搞炸药的危险，对他改变专业很不高兴。有一天，父亲对他说：“孩子呀，你的职业是搞机械，应当集中精力干份内的事，别的方面还是不要分心为好。”诺贝尔说：“改进炸药是很重要的，一旦用在生产上，就会给人类创造极大的财富。危险当然免不了，我尽量小心就是了。”

从此，诺贝尔经常向亲戚朋友，宣传解释改进炸药的重要意义。这样，同情、赞助他的人越来越多，连反对他的父母，也被他的坚强意志所感动，只好默认了。

## 研究炸药

在诺贝尔之前，很多人研究和制造过炸药，中国的黑色火药早已传到欧洲。意大利人苏伯莱罗，在1847年发明的硝化甘油，是一种威力比黑色火药大得多的猛烈炸药。但是，这种炸药特别敏感，容易爆炸，制造、存放和运输都很危险，人们不知道该怎么使用它。

1862年初，诺贝尔的父亲试图用硝化甘油制造出更好的炸药。他想：硝化甘油是液体，不好控制，要是把它和固体的黑色火药混合在一块，按说可以做成很好的炸药。他反复试验，结果发现：这种炸药放置几小时后，爆炸力就大大减弱，没有实用价值。

老诺贝尔失败了。诺贝尔继续了他的研究。

过去，人们是用点燃导火索的办法，来引起黑色火药爆炸的，安全可靠。但是，这种办法却不能使硝化甘油发生爆炸。硝化甘油既容易自行爆炸，又不容易按照人的要求爆炸，所以在发明以后的十几年间，除了用来治疗心绞痛外，并没有人把它当炸药用。

1862年的五六月间，诺贝尔做了一次十分重要的实验：

在一个小玻璃管内盛满硝化甘油，塞紧管口；然后，把这个玻璃管放入一个稍大一点的金属管内，里面装满黑色火药，插入一只导火管后，把金属管口塞紧；点燃导火管后，把金属管扔入水沟。结果，发生了剧烈的爆炸，显然比同等数量的黑色火药的爆炸要猛烈得多。这表明所有的硝化甘油已经完全爆炸。

这个情况启发了诺贝尔，使他认识到：在密封容器内，少量的黑色火药先爆炸，可以引起分隔开的硝化甘油完全爆炸。

1863年秋，诺贝尔和他的弟弟一起，在斯德哥尔摩海伦坡建立了一所实验室，从事硝化甘油的制造和研究。经过多次的试验，这年的年底，诺贝尔终于发明了使硝化甘油爆炸的有效方法。

起初，诺贝尔用黑色火药作引爆药；后来，他发明了雷管来引爆硝化甘油。1864年，他取得了这项发明的专利权。

初获成功之后，接着来的，是巨大的挫折。1864年9月3日，海伦坡实验室在制造硝化甘油的时候发生了爆炸，当场炸死了5人，其中包括诺贝尔的弟弟。

这个祸事发生以后，周围居民十分恐慌，强烈反对诺贝尔在那里制造硝化甘油。结果，诺贝尔只好把设备转移到斯德哥尔摩附近的马拉湖，在一只船上制造硝化甘油。

几经波折，1865年3月，诺贝尔在温特维根找到一处新厂址，在那里建造了世界上第一个硝化甘油工厂。

## 炸药家族

在诺贝尔前进的道路上，真是荆棘丛生。世界各国买了他制造的硝化甘油，经常发生爆炸：

美国的一列火车，因炸药爆炸，给炸成了一堆废铁；德国的一家工厂，因炸药爆炸，厂房和附近民房，全部变成一片废墟；“欧罗巴”号海轮，在大西洋上遇到大风颠簸，引起硝化甘油爆炸，船沉人亡。

这些惨痛的事故，使世界各国对硝化甘油失去信心，有些国家，甚至下令禁止制造、贮藏和运输硝化甘油。面对这种艰难的局面，诺贝尔没有灰心，他深信完全有可能解决硝化甘油不稳定的问题。

一年过去了。诺贝尔在反复试验中发现：用一些多孔的木炭粉、锯木屑、硅藻土等吸收硝化甘油，能减少容易爆炸的危险。最后，他用一份重的硅藻土，去吸收三份重的硝化甘油，第一次制成了运输和使用都很安全的硝化甘油工业炸药。这就是诺贝尔安全炸药。

为了消除人们对硝化甘油炸药的怀疑和恐惧，1867年7月14日，诺贝尔在英国的一座矿山做了一次对比实验：他先把一箱安全炸药放在一堆木柴上，点燃木柴，结果，这箱炸药没有爆炸；他再把一箱安全炸药从大约20米高的山崖上扔下去，结果，这箱炸药也没有爆炸；然后，他在石洞、铁桶和钻孔中装入安全炸药，用雷管引爆，结果，都爆炸了。这次实验，获得了完全的成功，给参观的人留下了深刻的印象；诺贝尔的安全炸药，确实是安全的。

不久，诺贝尔建立了安全炸药托拉斯，向全世界推销这种炸药。从此，

人们结束了手工作坊生产黑色火药的时代，进入了安全炸药的大工业生产阶段。

1873年，诺贝尔的安全炸药托拉斯，在巴黎设立了一个总办事处，附设一个实验室。他在这里做了许多实验，改进炸药的制造方法。

诺贝尔的安全炸药比黑火药的威力大得多，又安全可靠，所以销售量直线上升，逐渐风行全世界。1867年卖出11吨，到1874年，就卖出了3000吨。

安全炸药也有缺点。缺点之一，就是爆炸力没有纯粹的硝化甘油大。正是由于这种原因，有的地方，仍然冒险使用硝化甘油做炸药。

怎样找到兼有硝化甘油的爆炸力，又有安全炸药的安全性能的新炸药，一时成为许多发明家努力寻求的目标。这一回，又是诺贝尔首先获得了成功。

有一天，诺贝尔在实验室工作的时候，手指被割破了，顺手用一种含氮量比较低的硝酸纤维素敷住了伤口。那天晚上，因为伤口疼痛，不能入睡，他躺在床上琢磨工作中的主要问题：如何才能使硝酸纤维素同硝化甘油混合。

硝酸纤维素，是用纤维素同硝酸和硫酸的混合酸互相作用制成的，是一种很容易着火的东西。因为硝酸和硫酸的混合比例不同，作用的时间长短不同，生成的硝酸纤维素的含氮量有高有低。诺贝尔很早就想把硝化甘油和硝酸纤维素混合起来，制成炸药，一直不能成功。

现在，诺贝尔从敷料能够吸收血液这件事得到了启发，忽然想到能不能用含氮量较低的硝酸纤维素，来同硝化甘油混合呢？他一骨碌爬起来，忘记了手指的疼痛，跑到实验室，一个人做起实验来了。他把大约一份重的火棉，溶于九份重的硝化甘油中，得到一种爆炸力很强的胶状物——炸胶。

第二天，当诺贝尔的助手华伦巴赫上班时，一种新型的炸药——炸胶已经制成了。华伦巴赫又惊又喜，十分佩服他这种如醉如痴的干劲。

经过长年累月的测试，1887年，诺贝尔把少量的樟脑，加到硝化甘油和火棉炸胶中，发明了无烟火药。直到今天，在军事工业中普遍使用的火药，都属于这一类型。

无烟火药比黑色火药的爆炸力大得多，而且爆炸时燃烧充分，烟雾很少，所以人们称它为无烟火药。

制造炸药，一要爆炸力强，二要安全可靠，三要按照人的要求随时爆炸。诺贝尔制成了安全炸药、无烟火药，又制成了引爆用的雷管，很好地解决了这三大难题。

人们称诺贝尔是炸药大王，他是当之无愧的。

诺贝尔研究炸药，始终重视把研究成果应用到生产上去。他认为：只有在生产上取得实际效果的发明，才是有用的。所以，他的发明能很快应用在生产上，并且立即得到实在的经济收益。

1863年，诺贝尔发明了硝化甘油引爆剂。当年秋天，他就自己家里的实验室，开始制造硝化甘油和引爆剂；1865年，就在斯德哥尔摩郊外，建起了第一座硝化甘油工厂。

1866年，诺贝尔制成了安全炸药，第二年就投入了生产。3年后，年销售量由11吨增加到424吨，7年后，激增至3120吨。

诺贝尔开创了科学研究成果迅速地应用于生产的先例。

## 博学多才的发明家

炸药发明家诺贝尔，知识丰富，兴趣广泛，是一位多才多艺的人。他对电学、光学、机械学、生物学、生理学都相当了解，时常把自己的研究，和其他学科联系起来加以思索。他说：“各种科学彼此之间是有内在联系的，为了解决某一科学领域里的问题，应该借助于其他有关的科学知识。”

诺贝尔一生共得到各种各样的专利权 355 项。晚年，他做过人造丝和人造橡胶的试验，虽然没有成功，但对后来的发明，却有不少帮助。

一提到诺贝尔，人们都称赞他是伟大的发明家，很少有人知道他还是个诗人和文学爱好者。他喜欢阅读瑞典、英、法、德、俄文的各种文学名著。他特别喜欢英国诗人雪莱的诗。在他写的一篇抒情诗中，有过这样的句子：“我只知道专心读书探索大自然，吸取渊博而浩瀚的知识宝泉。”他还写过《兄弟与姐妹》、《最快乐的非洲》等小说，笔调清新，词句优美，独具一格。

## 临终遗言

诺贝尔一生劳累，晚年体力衰弱，又患有严重的风湿性心脏病。1896 年，他的病情严重恶化，生命垂危。在这最后时刻，他念念不忘的是科学。

当有人把试验样品送给诺贝尔看时，他仍然支撑着消瘦的身体认真观察，提出改进意见。他在回信中写道：“你送来的样品很好，那种纯硝化纤维的炸药确实好极了。不幸的是，我的病情加重，连写这几个字也非常吃力了，好像死神正在张着双臂欢迎我。只等病好一点，我将重新投入研制工作。”

遗憾的是，诺贝尔的愿望没有能实现，在几十个小时之后——1896 年 12 月 10 日，这位科学的巨匠，在意大利桑里莫医院与世长辞了。

诺贝尔一生从事发明创造，家财万贯，但是他一直过着独身生活，没有结婚。临终时，他说：“把这金钱，用在学术上和人道上吧！”

诺贝尔去世后，他的名字，他那百折不挠的研究精神，以及他出资设立的诺贝尔奖金，一直激励着全世界的科学家向新的高峰攀登。

从 1910 年到现在，成百的科学家获得了诺贝尔奖金。在他们当中，有发现 X 射线的伦琴，研究放射性和原子核的卢瑟福，发现镭的居里夫妇，提出原子结构模型的玻尔，发明无线电报的马可尼，以及普朗克、爱因斯坦等著名科学家。美籍著名学者杨振宁、李政道和丁肇中，也因在宇宙和基本粒子研究方面的重大贡献，获得了诺贝尔奖金。

炸药大王诺贝尔，确实炸开了一条通往科学高峰的道路！

## 贝尔

### 严格的教育

亚历山大·贝尔于1847年出生在苏格兰的爱丁堡。他的祖父和父亲都是著名的语音学家。贝尔的父亲创造了一套借助手势、口型来表达思想感情的哑语，这给聋哑人带来了极大的方便。今天，在此基础上不断改进和完善了的哑语就是由此而来的。这些，都使贝尔从小就受到了语音学及其发明创造的熏陶。

可是，小贝尔虽然聪明、手巧，做什么像什么，但他又出奇的贪玩和淘气。贝尔的小学阶段中每次测验成绩都是全班最差的，这糟糕的情况最终使他退学回家。

爷爷非常疼爱小贝尔，他看到小贝尔这种学习状况，就决定由自己亲自来严格管教。他认为放任下去，孩子虽有好的资质，但可能一事无成！

爷爷很有个性，而且对小贝尔要求非常严格，教起课来像一头狮子，这常使贝尔望而生畏。不过贝尔很喜欢爷爷，因为他知识渊博，就像一部百科全书。在爷爷花了一年时间进行严格教育后，贝尔发生了很大的变化。贝尔后来回忆道：“爷爷使我意识到，对于每个学生都应该会的普通功课，我却不知道。我时常为这种无知而羞愧。爷爷在我心里唤起了努力奋斗去克服学识浅薄的雄心。”正是这种雄心，激发贝尔踏上了探求科学真理的道路。

少年贝尔，以其聪慧和过人的毅力取得了持续的进步。16岁这一年，贝尔以优异的成绩考入了爱丁堡大学，受爷爷和父亲的影响，他选择了语音学专业。这一专业，当时主要是为了解除聋哑人的痛苦。贝尔为自己高尚的动机所激励，在大学期间系统地研究了人的语音分析、发声机理和声波振动等专门知识。他把理论研究和父辈的实践经验结合起来，进步很快。由此出发，最终导致了电话的发明。这是贝尔始料不及的。

1867年，贝尔大学毕业又考入了伦敦大学进行语音学的深造。1869年，22岁的贝尔以其出众的才华被美国波士顿大学聘为语音学教授。

### 电话的发明

作为语音学教授的贝尔以其年轻人的敏锐密切关注着时代的发展。这时，正是工业革命席卷美国的年代，科学迅猛发展，新的技术手段层出不穷。贝尔意识到自己深化语音学研究的主要方向应放在用先进的科技手段来帮助聋哑人克服困难，由此开始了他的科学探索。

在一次偶然的实验中，贝尔发现，当电流导通或截止时，螺旋线圈会发出噪声，很类似于拍电报的“嘀嗒”声，贝尔受到了极大的启发：“在讲话时，如果我能用电流强度的变化模拟声波的变化，那么不就可以实现用电传送语音了吗？”

由于对自己电学知识的怀疑，贝尔首先把自己的想法告诉了几位电学界人士，可是听者都对他加以嘲讽：“好好研究你的聋哑人问题，你不懂电学，别异想天开！”贝尔并不泄气，决心去求教约瑟夫·亨利这位当时的大物理学家。贝尔向亨利陈述了自己的发现，并详细解释了用电传送语音的设想。同时，也谈了自己的困难——对电磁学掌握得不够。他自己很犹豫，是发表

自己的设想，让别人去做，还是自己去努力实现它呢？

大科学家亨利肯定了贝尔的这一设想，要求贝尔对电磁学知识必须“掌握它”。贝尔由此下定决心自己先丰富知识。许多年后贝尔回忆道：“没有‘掌握它’这个令人鼓舞的字眼，我是绝对发明不了电话的。”

贝尔回到波士顿，开始认真钻研起电磁学来。为此，他辞去了波士顿大学教授的职务。他还需要用设备的方式将电磁学和声学熔于一炉，他需要一位得力助手。在一个偶然的场合里，贝尔遇到一位年轻的电气工程师，名叫沃森特，他对贝尔的理想坚信不疑，表示一定要全力以赴来帮助贝尔。这样，两人成为终生战友。

时代的发展注定了电话的发明。当时，莫尔斯发明电报机后，由于其传送速度快，很快受到了各国的重视并得以广泛应用。但当时很多有识之士都意识到：有的电报需事先拟好电报稿，有的还要查电码本译成电码，再把电报稿交给电报局拍发出去。要等回电，同样也要经过这样一个过程，往返一次要等不少时间。因而人们开始对电报感到不满足了。人们想到，既然电报是用电流的断和通来传送信号，那么能不能用电流断通的原理来传送人们说话的声音呢？

1860年，德国发明家莱斯，第一次成功地用电流传送了一段让人感觉到像旋律的声音，虽然不是人的说话声，但这也是一个了不起的发明了。他为他的装置起名叫做“telephone”，这个名字就成了“电话”的名字，一直沿用至今。

贝尔的探索正顺应了当时社会发展需要。贝尔和沃森特两人，一边研究电声转换原理，一边设计实用的机械。

在一次实验中，沃森特和贝尔分别在两个房间里做实验，他们在两个设备之间用导线相联着。沃森特的机器上的一个簧片被粘在磁铁上了，他漫不经心地拉开了簧片，就在此时，贝尔突然发现自己机器上的簧片在颤动，并且发出了声音。

这一发现使贝尔产生了很大的兴趣，并由此产生了新的构思。他想：人说话的声音是一种空气振动，如果对着一块薄铁膜片说话，会使膜片振动；如果在膜片后面放一块电磁铁，膜片振动会改变与电磁铁的距离，使电磁铁的磁力线发生变化，电磁铁线圈中就会感应出相应变化的电流。这个电流顺着导线传送到对方同样装置的电磁铁线圈中，就会使电磁铁的磁力线发生变化，吸动它前面膜片，从而发出声音。

贝尔把这个想法告诉了沃森特。沃森特很同意他的想法，他们立即开始动手研制，并在1875年6月3日制成了最简陋的“电话机”。这种电话机只能传送单音，还不能传送人的完整的话，但他们认为，研制思想是对的，差的只是在工艺上太粗糙。

不久，他们又经过反复试验和改进，终于取得了突破性进展。当时他们两人在连续几天几夜的持续实验后，非常疲惫，沃森特头戴受话器在另一房间里休息；贝尔在房间里操作机器时，不小心把硫酸溅到腿上，由于疼痛，贝尔情不自禁地对着话筒呼喊起来：“沃森特先生，快来呀！我需要你的帮助！”沃森特从耳机中清晰地听到了贝尔的呼喊，他激动地跑到贝尔房间里，不管不顾地抱着贝尔说：“知道吗，我们成功了！”

当天夜里，贝尔怀着激动的心情给妈妈写信说：“今天对我来说是个重大日子，我们的理想终于实现了！我觉得，把电线架到房子里的日子就要来

临，朋友们不必离开家就可以互相交谈啦……”

当天夜里，贝尔的邻居们奇怪极了，为什么今天没有喊叫声呢？好心的邻居们两年多来一直在默默地忍受着他们那毫无结果的大喊大叫，两个敢作敢为的青年，今天终于能够感激地请邻居们分享他们成功的喜悦了。

梅布尔·哈伯德，贝尔的妻子，作为一个聋人，曾经协助贝尔在语音学上作出了很多贡献，今天虽然听不到电话里的声音，但她看到邻居们争先恐后地在电话机前听着、说着，就高兴的用哑语的手势告诉贝尔：“我太高兴了，祝贺你！”

贝尔对样机进行了不断的改进，半年后，制造的样机就可供实用了。1876年2月，贝尔的发明申请了专利，编号为174465。

这机器在今天看来，还是非常简单的，而且它只能向一个方向传话，尽管它用起来还不太方便，但能及时地传递别人的话，比打电报方便多了。当年，贝尔和沃森特就借用电报的线路进行了相距几十公里的通话试验（当时电报还是有线的），验明了电话的可靠性。

## 艰难的推广

贝尔满怀希望，但没有想到，人们的习惯势力如此可怕，对这项新发明竟反应不大。没有更好的办法，贝尔和沃森特携带自制的电话机到各大城市去宣传、示范，并在美国建国100周年博览会上展出。但是两年过去了，电话机依然没有进入工厂。

值得庆幸的是，1880年，贝尔得到了贵族休巴顿的支持和资助，正式成立了“贝尔电话公司”，生产贝尔电话机。在休巴顿先生的大力帮助下，当年，美国投入实用的电话机就达48000部。这一年，贝尔还获得了法国的伏特奖。贝尔用这笔钱作实验室的基金，很快就改进了爱迪生发明的留声机。1895年，贝尔公司拥有职工15000人，垄断了美国电话事业。1905年，美国政府同意在贝尔的指导下，建立4000英里的长途电话线。1910年，北美的电话机增加到700万部。

贝尔的电话发明后，立即引起了世界各国电气专家的高度重视。贝尔为了使这一造福人类的技术成果更好地为人们服务，主动提出放弃了电话的专利权。很快，德国电气专家维尔纳·西门子、美国发明家爱迪生都对贝尔电话机进行了改进。1889年，美国人阿尔蒙·斯特罗格首先提出了自动拨号电话的基本原理并取得了专利。

贝尔电话公司立即吸取了大家的长处并得以更大的发展。1892年，美国路易斯安那州的拉波特城建立了世界上第一个自动电话局。

在电话迅猛普及和发展的潮流中，贝尔自己不断研究改进，密切关注并吸取同行的改进意见和新的发明，使贝尔电话迅速完善并发展起来。1925年，贝尔电话公司设立了贝尔电话研究所。

70年来，这个实验室取得技术专利近2万项，其中有不少重大发现和发明，有力地推动了人类社会的发展。例如：新闻传真（1945年）、晶体管（1947年）、信息论（1948年）、硅集成电路（1955年）、激光理论（1958年）、可视电话（1963年）、磁泡器件（1970年）、光缆通信（1976年）等，这些发现和发明对电子工业及其他科技领域，产生了重大的影响。

贝尔以其电话发明人负有盛名，但他始终没有忘记自己的老本行——为

聋哑人服务。他在紧张的工作中，坚决地抽出时间专门为聋哑人发明了声纳和多种设备。

1922年8月7日，美国所有的电话机哑然失声。这不是由于技术故障，而是因为电话的发明者贝尔在8月2日这一天不幸去世了。大家为了纪念他，就在贝尔葬礼这一天，停止使用电话。



## 波波夫与马可尼

### 脱颖而出的波波夫

1859年3月，波波夫出生在俄国乌拉尔一个矿区的小镇上。父亲是个牧师。波波夫小时候爱到矿上去玩，矿场的一切都使他感到新奇。他没有多大就学会了木工，能够制作好玩的水磨机械模型。他12岁那年，表现出对电工技术的爱好，自己做了个电池，还用电铃把家里的钟改装成闹钟。波波夫小学毕业以后，父亲把他送进神学校读书，为的是让他将来进神学院深造。但是，波波夫对物理学和数学最感兴趣，这两门功课的成绩都很出众，连校长也感到惊异。

1877年，18岁的波波夫考进了彼得堡大学数学物理系。在大学里，他学习非常刻苦。家里供不起他上学，他就在晚上担任家庭教师，有时还给电灯公司当电工，靠半工半读来维持学习。

在彼得堡大学，波波夫总是不满足于课本知识，常常爱提出一些新奇的创见。那些平庸死板的教授并不赏识这个“不安分守己”的学生。波波夫意识到彼得堡大学不能发挥自己的才能，就转学到森林学院学习。这个学院虽然不像彼得堡大学那样有名，但是师生关系融洽，学术思想比较活跃。波波夫在这里，有一段时间热心地研究使用炸药。这是很危险的研究工作。瑞典著名科学家诺贝尔（1833~1898）为发明炸药曾经九死一生，诺贝尔的弟弟就是在试验中被炸死的。波波夫试验利用炸药在森林里开路，也险些送命。后来，他研究出用电线遥控炸药的爆炸，相当成功。因此，同学们都把他叫做“炸药专家”。

1882年，23岁的波波夫大学毕业，成绩优异。第二年，他被喀琅施塔得海军水雷学校请去当教员。这个学校离彼得堡不远，有很多精密的电学仪器，学校的实验室在当时的俄国是数一数二的。水雷学校除了教学任务以外，还领导学生进行有关电磁方面的研究。波波夫到水雷学校不久，就成了很受欢迎的讲师。他充分利用学校的良好条件，在教学和电磁实验方面积累了丰富的知识。他在水雷学校还参加过观测日全食的活动。当过电灯公司的电气技师，热情推广电灯。有一天，有个朋友问他的雄心是什么，他回答说：“我要走遍俄罗斯，为整个俄国带来光明。”

1888年，波波夫29岁那年，赫兹发现电磁波的消息传到俄国，他也被强烈地吸引了。他兴奋地说：“用我一生的精力去装设电灯，对广阔的俄罗斯来说，只不过照亮了很小的一角；要是我能够指挥电磁波，就可以飞越整个世界！”波波夫的理想改变了。

就在第二年，波波夫成功地重复了赫兹的实验。在一次公开的讲演中，他在胡布尔以后，提出了可以用电磁波进行无线电通信的设想。

波波夫怀着新的理想，在水雷学校实验室里埋头研究，制作了很多有关的仪器。布冉利、洛奇的研究工作对他也有不少启发。

1894年，35岁的波波夫制成了一台无线电接收机。

这台接收机的核心部分，用的也是改进了的金属屑检波器，跟洛奇的检波器有异曲同工之妙。不过，波波夫认为使用打字机不方便，他改用电铃做终端显示，电铃的小锤可以把检波器里的金属屑震松。电铃用一个电磁继电器带动，当金属屑检波器检测到电磁波的时候，继电器接通电源，电铃就响

起来。

这台接收机同洛奇的那台结构相似，但是灵敏度却高得多。波波夫的独特贡献，是首次在接收机上使用了天线。有一次，波波夫在实验中发现，接收机检测电波的距离比平常有明显的增加。他很久都找不出原因，感到很奇怪。后来，他突然看见一根导线碰到了金属屑检波器。波波夫把导线拿开，电铃就不响了，可是把实验距离缩小到原来那样近，电铃又响起来。这个意外的发现，使波波夫喜出望外。他索性把导线接到金属屑检波器的一头上，并且把检波器的另一头接地，结果实验距离大大增加。这根导线就是世界上的第一根天线。波波夫的这个发现意义很重大，它同布冉利发明金属屑检波器的价值不相上下。

波波夫首先把他的接收机用在检测雷电方面，他把这台机器称做“雷电记录仪”。也就是说，波波夫当时的实验只局限在气象观测上，还没有发展到无线电通信领域。他的这种实验是相当危险的。一个多世纪以前，富兰克林曾经冒着生命危险做人工传导天电的实验，利赫曼曾经因此丧了生。现在，波波夫也勇敢地同天电打起交道来，只不过他用的不是风筝，而是他自己发明的接收机。他把莫尔斯电报机接在机器上，电报纸条成了他的记录器。1894年6月一个雷雨的夜晚，波波夫冒着危险，用他的接收机成功地录下了空中闪电。

## 第一份无线电报

1895年5月7日，波波夫在彼得堡俄国物理化学会的物理分会上，宣读了论文《金属屑同电振荡的关系》，并且表演了他发明的无线电接收机。

表演是在大厅里举行的。波波夫沉着地在大厅的讲台上安放好接收机，他的助手雷布金在大厅的另一头操作火花式电磁波发生器。雷布金比波波夫小5岁，人很精干。波波夫的接收机由金属屑检波器、电铃、继电器、记录器和一根垂直的天线组成。当雷布金接通火花式发生器的时候，接收机的电铃立刻就响起来；断开发生器，铃声也就随着停止。当时，出席会议的都是物理学界的知名人士，其中有的人思想保守，原来不相信电磁波能够传递信号，这次耳闻目见，不由得不信服了。一个当初抱着反对态度的科学家，还上台去同波波夫握手，表示祝贺。

表演结束，波波夫充满信心地说：“最后，我敢于表示这样一个希望，我的仪器在进一步改良以后，就能够凭借迅速的电振荡进行长距离通信。”几十年以后，苏联政府把这一天定做“无线电发明日”。

1896年1月，俄国物理化学协会刊物《电》一月号发表了波波夫的文章，介绍这次表演的情况。它立刻引起了全球学术界的关注。

不久以后，波波夫用电报机代替电铃，当做接收机的终端，他的装置就成了一台无线电发报机。

1896年3月24日，波波夫和助手雷布金在俄国物理化学协会的年会上，正式进行了用无线电传递莫尔斯电码的表演。在场的观众有1000多人。

表演的时候，接收机装设在物理学会会议大厅里，发射机放在附近森林学院的化学馆里。雷布金拍发信号，波波夫接收信号，通信距离是250米。物理学会分会会长佩特罗司赫夫基教授把接收到的电报字母逐一写在黑板上，最后得到的报文是：“海因里希·赫兹”。它表示波波夫对这位电磁波

的伟大发现者的崇敬。这份电报，虽然很短，却是世界上第一份有明确内容的无线电报。

波波夫的成功，预示了人类通信史上的一个新纪元即将到来！

## 初露锋芒的马可尼

波波夫表演无线电收发报以后不久，也就是 1896 年初夏，意大利的 22 岁的无线电发明家马可尼踏着晨光，登上了开往英国伦敦的邮船。这个年轻的发明家容貌清秀，显得有些腼腆，好像是个怕羞的姑娘。他小心翼翼地守着一只大箱子，寸步不离，就像里面装了什么无价之宝一样。

邮船徐徐离开码头。马可尼望着意大利海岸消失在身后，神情无比兴奋，他就要去英国，他的发明就要向世人展示啦！天边出现一片玫瑰色的朝霞，他仿佛看见未来在向他微笑，向他招手。

这个意大利青年发明家，就这样登上了新的征途。

马可尼出生在意大利北部的波伦亚城。父亲是个农庄主，母亲是爱尔兰一个贵族的后代。马可尼的血统有一半是英国的。

马可尼天资聪颖，勤奋好学，尤其喜欢阅读物理学方面的书籍。赫兹发现电磁波的时候，马可尼 14 岁。

马可尼 16 岁那年，有个叫李奇的老师送他一本电学杂志。李奇也是研究电磁波的，对赫兹实验的原理和意义理解得很深，无线电史册上记载着他的研究成果。马可尼按照老师的要求，仔细阅读了杂志上那几篇介绍赫兹实验的通俗有趣的文章。他激动万分。在李奇的指导下，他在学校做了一些电磁实验。后来，他在家也做起实验来。父亲看见儿子整天摆弄线圈、电铃和一些古怪的玩意儿，很不以为然，由于母亲的袒护，马可尼才没有受到父亲的干涉。

第二年，马可尼 17 岁。他一面实验，一面大量收集资料。从布冉利、洛奇、台思拉这些大师的研究成果，直到一些不著名的人的文章，他都千方百计地找来了。马可尼钻研了整整一年，把这些先进者的见解和得失弄清楚以后，成了一个小专家。他决定把各家的长处综合起来，用在自己的装置上。

他在波伦亚附近父亲庄园的楼上潜心实验。楼上有一张小长桌，推开桌子旁边的窗户，可以看到花园里的玫瑰和远处的群山。马可尼在这张小长桌前度过了少年时代的许多日日夜夜。

他经历了很多次失败。父亲常常嘲笑他是个“不切实际的空想家”，他毫不气馁。1894 年，他 20 岁的时候，终于取得了初步的成绩。有一天，他把母亲请到楼上的实验室里来。小长桌是他的实验台，上边摆着一台简陋的收发报装置。马可尼一按电钮，就从楼下客厅里传来一阵铃声，而楼上和楼下并没有导线相连。这是马可尼第一次实现无线电信号传送。母亲看见儿子的研究有了成绩，高兴得嘴都合不拢了。晚上丈夫回家，她把丈夫动员上楼，叫儿子当场表演。父亲看了“空想家”搞出点名堂来了，也很高兴，但是他没有说什么。

从这次以后，马可尼买试验器材，再也不用偷偷向母亲要钱了。

1895 年夏天 21 岁的马可尼在父亲的花园里进行了一次非常成功的电磁波传递信号实验。他用的发射装置，是李奇改进的火花式发射机；接收机带着一根天线，同波波夫的很相象，其中金属屑检波器是洛奇改进过的那一种，

另外还有电铃和电池。

同年秋天，马可尼把电磁波的传送距离扩大到 2.7 公里。他把火花式发射机放在村边的小山顶，天线高挂在一棵大树上。接收机却安放在家里的三楼。一个同伴给他当助手，在小山顶发报，他在楼上接收。对方发送信号的时候，接收机的电铃能够清晰地发出响声。实验取得了成功。

马可尼渴望进一步进行试验，由于缺少经费，他向意大利邮电部写信，请求资助，但是没有得到支持。

为了使无线电能够有实用价值，能够为人类服务，22 岁的马可尼告别亲人，登上了新的征途。

## 马可尼超过了波波夫

马可尼在英国进行无线电跨海试验成功，引起了意大利政府的重视。同年 6 月，马可尼接到意大利驻英使馆的通知回国。他在意大利建立了一座陆上电台，跟意大利军舰通信，距离延长到 19.2 公里。意大利国王和王后在罗马接见了她，并且很有兴趣地观看了他的表演。

1897 年 7 月，马可尼重返英国，开始研究无线电的商业应用，并且在伦敦成立了无线电报通信公司（1900 年改为马可尼无线电公司）。

紧接着，马可尼在怀特岛的艾伦湾建立了一座电台，名字叫尼特无线电站。怀特岛在英格兰南端，对岸是英国作家狄更斯（1812 ~ 1870）故乡朴次茅斯。怀特岛在英国地图上只是一个不引人注目的小岛，但是，马可尼却在那里进行了一系列著名的通信试验。

一项发明，只有当它达到商业应用的水平，才算有了价值。艾伦湾尼特电台完工以后，很多政府官员和社会名流都到这里来参观。有一天，开尔文勋爵也来到这里。这位大西洋海底电缆的创始人，头年还对无线电表示怀疑，但是在事实面前，也完全信服了。在怀特岛电台的机房里，他很愉快地给普利斯等老朋友拍发了电报，他拍给格拉斯哥大学物理实验室的电报是这样的：

格拉斯哥大学物理实验室收。告诉布里斯，这是通过以太波从艾伦湾发到朴次茅斯的商业电报，然后借助邮局的电报机传到格拉斯哥的。 ——  
开尔文

电报拍完以后，开尔文从衣袋里掏出一先令硬币交给电报员。在场的人都觉得诧异。电报员以为勋爵在开玩笑，硬是不收。

开尔文笑了笑说：“这是拍发这些电报的费用，它标志着商用无线电报的开始。”他坚持要付，说这是对马可尼通信装置的赞赏。最后，电报员收下了这不平常的一先令。这是世界上第一份收费的商用无线电报。拍发它的人恰好是长途有线通信的奠基人，这是很有意义的。

1898 年 7 月，马可尼的无线电报装置正式投入商业使用，替爱尔兰首都柏林《每日快报》报导快艇的比赛实况。马可尼把电台装在一条租来的轮船上，随时把比赛进程拍发给岸上的接收台，然后通过电话线直接告诉《每日快报》编辑部。当天晚上，晚报就登出了快艇的比赛结果。

同年 12 月，马可尼在南海岬灯塔和一艘灯船（相当于浮动灯塔）之间建立了无线电通信。灯船用刚装上的收发报机向南海岬灯塔的电台报告有一艘轮船在哥德文搁浅，使海军总部价值 5.2 万英镑的财产没有受到损失。这艘

灯船第二年3月在海上同一艘邮船相撞，由于它有无线电报装置，及时发出出事的消息，南海岬立刻派救生艇赶到出事地点，把遇难船员全部救了起来。这是无线电首次为营救海难的人立了功。

马可尼没有满足已经取得的成就，继续进行试验。1899年盛夏，他成功地实现了英法海峡——多佛尔海峡两岸的无线电报联络，把通信距离增大到45公里。英法各报都在头版作了报导，学术界也发表文章赞扬和评论这次试验。

这时候，波波夫在俄国黑海舰队进行试验，通信距离却只达到17公里。1895年，波波夫虽然拍发了世界上第一份无线电报，但是短短3年的时间，马可尼就超过波波夫，赶到前面去了。马可尼第一个使无线电投入商业实用，第一个使无线电成了海上救生的利器，第一个使无线电信号越过英法海峡。

在增大通信距离的过程中，马可尼同样作了很多艰苦的工作。一系列的试验表明，天线越高，通信距离就越大。但是，无论在岸上还是在舰船上，天线的增高都是有限度的。后来，马可尼就把注意力集中在增大发射功率和接收机的灵敏度上。当时电子管还没有问世，要实现这两点是相当困难的。

1899年7月，马可尼的无线电通信装置第一次在英国海军演习中使用。英国皇家海军舰艇“亚历山大”号、“欧洲”号、“女神”号都安装了马可尼的装置。演习中，马可尼、肯普和另一个助手分别在这三艘军舰上工作，通信装置很成功。演习结束，英国皇家海军同马可尼签订合同，要他第二年给英国海军的28艘军舰和4个陆上通信站安装无线电通信装置。这是马可尼公司签定的第一个合同。这次演习也证明，两艘军舰行驶到互相看不见的地方，照样可以通信。这意味着电磁波信号有可能“绕过”地球本身的曲面进行传递。

这年9月和10月，马可尼应邀到美国访问。他用随船携带的无线电装置报导了在美国领海里举行的国际快艇比赛。在纽约期间，他偶然和一个爱好无线电的美国青年德福雷斯特（1873~1961）相识，并且给了德福雷斯特很大的启发。几年以后，德福雷斯特发明了真空三极管，使整个无线电事业改变面貌。

访问结束，马可尼把通信设备装在回国所乘的“圣·保罗”号邮船上。这是美国的定期邮船，它将要横渡大西洋，驶向英国。马可尼离开纽约以前，通过海底电缆发电报给伦敦的电信公司，说“圣·保罗”号在抵达英国水域的时候，他要和怀特岛上的尼特无线电站进行通信试验。公司有关人员得知“圣·保罗”号预定在星期三上午10点到11点之间到达，星期二下午他们就到尼特站做好准备。实验室主持人弗仑德还派了一个助手在机房值夜班。

第二天，弗仑德很早就起来巡视整个通信站。浓雾笼罩着洋面，通过的客轮连影子都看不见。

已经是中午时分，邮船预定到达的时间早过去了，还是一点消息也没有。弗仑德和助手们开始焦急起来：该不会出什么事吧？

电报员不停地发出无线电联络信号。弗仑德在电报机旁边来回踱着。时针指着下午4点45分，接收机上的电铃突然响了起来。

“你是‘圣·保罗’号吗？”尼特站发出电报问对方。

对方回答：“是的。”

“你在哪里？”

“66英里远。”

马可尼的来电驱散了大家的忧虑，尼特站顿时洋溢着欢乐的气氛。这一次，马可尼把无线电通信距离增大到 106 公里，无线电信号第一次突破了 100 公里大关。这一天是 1899 年 11 月 15 日。

波波夫的工作，也是 1899 年 11 月才得到俄国海军部承认的。当时，俄国战列舰“阿普拉克辛海军上将”号在哥格兰德岛附近触礁，为了进行营救，波波夫在科特卡城和哥格兰德岛之间建立了俄国第一条实用的无线电报线路，距离 40 公里，完成了营救任务。3 个月以后，通过这条无线电通信线路，又救出了 27 个遇难的渔民。在喀琅施塔得港担任司令的马卡洛夫收到波波夫的报告，给他发来热情的贺电：

兹代表喀琅施塔得全体海军官兵衷心祝贺你的发明获得的辉煌成就。开辟从科特卡到哥格兰德的四 43 俄里的无线电报通信线路是科学上极为重大的胜利。

马卡洛夫是俄国第一个理解波波夫事业的人。

在营救了战列舰“阿普拉克辛海军上将”号，成功地应用无线电报以后，海军总部终于相信了波波夫的发明，让他在俄国军舰上训练使用无线电报的人。但是宝贵的时间已经过去了，马可尼已经远远超过了波波夫。

## 信号飞越大西洋

20 世纪第一个春天来到了。

马可尼没有因为自己创造的无线电通信突破 100 公里的记录而陶醉，他把目光投向了辽阔的大西洋，渴望建立起欧洲和美洲之间的无线电通信。

这是一个雄心勃勃的计划。很多内行的人都认为很难实现。第一，因为当时的无线电收发报装置还处在原始阶段：发射机还停留在火花式发射机的水平上，电振荡是衰减的，也没有功率放大输出；接收机很简单，检波器是老式的金属屑检波器，没有电子管放大电路，也没有现代接收机最基本的超外差接收方式。第二，因为英国和北美相隔太远，不少人担心地球的曲面会妨碍通信的实现。一般人都以为电磁波只能像光波一样直线传播，不能绕过地球曲面传播，北美收不到英国发来的无线电信号。

马可尼根据 1899 年在大西洋上进行通信试验得到的经验，认为电磁波有可能“绕过”地球曲面传到大西洋彼岸，他决心去探索。

为了实现越过大西洋进行通信的宏伟计划，马可尼做了大量的准备工作。1900 年，他取得了无线电史上有名的调谐电路的专利。这种电路相当于现代接收机的输入调谐回路，虽然不复杂，却使那种简易接收机的灵敏度和选择性有了显著的提高。

同年 10 月，马可尼在普尔杜建立第一座大功率发射台，采用了 10 千瓦的音响火花式电报发射机。这是当时世界上功率最大的发射机。同发射机相配合的天线很复杂。最初架设的是一种庞大的垂直天线阵，是用 2000 根 60 米高的金属杆围成的一个大圆柱网。网的直径是 45 米，周围还有很多固定的缆绳，从远处望去，十分壮观。可是因为天线太高，支撑困难，没有多久就被大风刮倒了。后来，马可尼改变了设计方案，新架设的天线用很多根垂直天线排成扇形，结构牢固，抗风性强，可以一直使用下去。初次试验，通信距离达到 322 公里。

1901 年 11 月 26 日，马可尼同肯普和另一个助手佩基乘“撒丁”号轮船，

从英国西部港口利物浦启航，向纽芬兰驶去。

当时气候寒冷，甲板上常常结起薄冰。马可尼望着波涛汹涌的大西洋，心潮起伏。40多年以前，勇敢的开尔文沿着这条航线铺设了第一条大西洋海底电缆。今天，他就要去开拓新的领域，完成人类通信史上的又一个壮举。

12月6日，轮船横渡大西洋，到达纽芬兰的圣约翰斯港。马可尼和两个助手登陆上岸。第二天，马可尼拜访了纽芬兰的官员，受到热情接待。主人答应和他密切合作，为实验提供一切方便。

为了选择理想的接头地点，肯普和佩基陪着马可尼，走遍了圣约翰斯的海岸。最后，他们看中了一座小山（它后来被叫做信号山）。这是一块可以俯瞰港口的高地，四面有天然屏障阻挡大西洋的飓风，山顶上有两英亩左右的一块平地，正好可以架设气球或者风筝天线。近处有一座旧式建筑，当时已经把它做了医院。马可尼在那里选了一间屋子安放接收机。

他们抵达纽芬兰的第三天，有关实验的准备工作都圆满地完成了。

12月9日，他们在信号山开始工作。两天以后架设天线，马可尼决定用气球把接收天线升起来。天线很长、很重，他们用了直径近5米的氢气球，从信号山高地冉冉升起，大家都用期待的目光望着它。当气球升到约莫30米高的时候，忽然刮起了大风，气球被吹得摇摆不定。马可尼急忙指挥收紧缆绳，但是已经来不及了，气球很快就被卷走了。

第二天，大风还没有停。马可尼想，改用风筝可能会好些。4年以前，他在布里斯托尔海湾的成功试验，就是用的风筝。当天上午，他们赶制好一个正六边形的大风筝。在一阵紧张的操作以后，风筝牵引着天线升了起来。天线下端固定在一根粗大的电线上，通过一根引线，从窗户引进设在医院里的电报机房。风筝在大风中来回晃动，但是，最后还是被控制住了，升到120米的高空。

这是一个阴冷的日子，脚下是悬崖，海水发出雷鸣般的吼声。透过朦胧的雾霭，隐约可以看到远山的轮廓，那是北美大陆的最东角，再向东就是浪涛滚滚的大西洋。这里和英国海岸相隔3000多公里。圣约翰斯港躺在山边，笼罩在一片薄雾中。

马可尼记下了他当时激动的心情。他是这样写的：“关键的时刻终于来到了，我为它做了6年艰巨的准备工作。各种指责和各种困难从来没有使我动摇过。我就要检验我的理论的正确性，证明马可尼公司和我已经获得的300多种专利的价值。为了进行这次试验和在普尔杜建造大功率无线电台，花费了几万英镑，这笔钱是不会白花的。”

为了更有把握，马可尼决定不用莫尔斯电码记录仪做终端，他改用电话机来直接收听金属屑检波器的输出信号。因为人的听觉比记录仪器灵敏得多。这一点，是波波夫在1899年进行通信试验时候首先发现的。当时，雷布金和舰长特罗依茨基在做收发报试验，他们意外地发现用电话机可以直接收听电报信号，而且通信距离明显增大。雷布金当时就把情况报告给波波夫。他们继续试验，发现信号微弱得不能启动电报机的时候，电话机却可以听到声音。波波夫后来根据这个发现研制出电话终端接收机，并且获得了俄、英、法等国的专利。马可尼可能从波波夫的这个发现中受到过启发。

1901年12月12日，预定的通信时间到了，大家屏息静气地等候着。大约在中午12点半钟，电极键突然发出了“的答”声，这表明有信息来了。马可尼立刻抓起电话筒，紧张地听着。

三个微小而清晰的“的答”声在马可尼耳边响起。啊，千真万确，这就是从大西洋彼岸传来的信号！

马可尼几乎不敢相信这是事实，他把电话筒递给旁边的肯普说：“肯普先生，你听听有什么没有。”

肯普接过听筒，兴奋地把它贴在耳朵上。几秒钟以后，他喊了起来：“是他们的信号，是的！三点短码！”

在莫尔斯电码中，“三点短码”代表“S”字母。这个信号是马可尼预先约定的。现在，从普尔杜发来的“S”字母信号，越过相隔3000多公里的大西洋，被他们清晰地收到了！试验人员欣喜若狂。马可尼抬头仰望空中飘动的风筝，眼睛里闪现出快乐的光芒。他确信，不用电缆进行横越大西洋通信的时代已经不远了。

几分钟以后，信号中断了。肯普发现风筝被风刮到另一个方向去了，天线的有效高度相应地降低了。

大家耐心地守候着。经过半小时，电话听筒里第二回传出了三下“的答”声，然后又沉寂了。信号山高地上的大风不断地改变着风筝和天线的位置。又过了10分钟，电话听筒里第三回传出了清晰的“的答”声。三回大约共有25次。在随后的时间里，还可以听到这种声音，不过由于信号太弱，听不大清楚。

越过大西洋进行无线电通信的试验结束以后，马可尼同肯普、佩基微笑着走出医院大楼，站在台阶上。一直等在外边的摄影记者，给他们照了相。这是非常珍贵的历史留影。当时，马可尼只有27岁。

第二天，马可尼准备再次重复这个试验，由于信号山上的风太大，风筝晃动得很厉害，只好作罢。当天下午，马可尼通过海底电缆给伦敦马可尼公司的董事拍发了一份电报，说信号已经收到，由于天气恶劣，不能继续试验。晚上，他把成功的喜讯告诉了圣约翰斯城的邮局，邮局马上用有线电报把这个重要新闻传到世界各地。

## 扩大胜利

“S”信号胜利越过大西洋，这是无线电发展史上的重大突破。很多人为了这件值得喜庆的事情欢呼和赞美。但是，怀疑的人也不少。一些老学究从报纸上看到试验成功的消息以后，不相信是事实。有的人甚至嘲讽地说：“只燕不成夏，一组‘S’字母不能算莫尔斯信号！”硬是不承认马可尼的试验传送了信息。有些专家却怀疑普尔杜的大功率发射台可能会干扰其他船只的短程通信。

一些报刊显然是领了某些公司的津贴，才对马可尼怀有敌意的。但是，英国最有影响的《泰晤士报》在关键时刻却大力支持青年发明家马可尼，它接连发表文章积极宣传马可尼的试验，给与很高的评价。很多年以后，马可尼在回顾这段经历的时候，还对《泰晤士报》充满了感激之情。

当年，马可尼除了要对付不公正的舆论外，还得对付某些公司的挑战。正像爱迪生发明电灯引起煤气大王的忌妒一样，马可尼利用无线电横越大西洋传送信号的试验获得成功，也引起了英美电报公司的忌妒。这些有线电报公司的老板享有大西洋海底电缆的专利。他们担心马可尼的成功会使他们的利益受到影响，因此宣布马可尼侵犯了电报公司的权利，还反对马可尼在纽



芬兰建立商用无线电站。后来经过美国和加拿大政府的调停，矛盾才缓和下来。

不管怎样，无线电远距离通信已经作为新生事物出现在地球上。这是客观存在。电报公司的老板们渐渐认识到，不承认这个客观事实是不行的。当年年底，远东电报公司和英美电报公司举行年会，大会主席引用了几个专家的评论来安抚各个股东。他要大家看清形势，解除顾虑。其中有个专家的评论是这样的：“尽管建立一个商业无线电系统已经快要成为事实，但是海底电缆在长时期里还是长途电报的重要工具。很明显，无线电在保密性和可靠性等方面不能同海底电缆竞争，它不能完全取代海底电缆。”

这个判断是很有见解的。无线电的确不能完全取代海底电缆（直到 80 年以后的今天还是这样），就像飞机不能完全取代轮船一样。不过，无线电的快速、经济、无处不到等优点，又是海底电缆没法相比的。

用无线电传送“S”字母横越大西洋的试验取得成功以后，只要建立起永久性的电台，洲际无线电通信就是指日可待的事情了。

为了向全世界证明这一点，1902 年 10 月，马可尼在普尔杜发射台和美国轮船“费拉德尔菲亚”号之间做了进一步的试验。这艘轮船是从英国南安普敦港（同怀特岛隔水相望）航行到美国纽约的。发射机和上年用的相同。船上的接收机采用固定天线，架设在主桅杆上，高出海平面 60 米。接收机终端用的是莫尔斯电报机，可以把信号记录在电报纸上。这次试验进行得特别顺利。“费拉德尔菲亚”号在距离普尔杜发射台 2500 公里的地方收到了从普尔杜发来的电报信号，电文有确实的内容。如果拍发测试字母，接收距离就会更远，可以达到 3200 公里。试验完毕，马可尼展示了电报纸的记录信号，对收发距离也认真进行了核实，并且让船长米尔和船上的主管官员签了字。这次试验的结果公布以后，怀疑派终于没话可说了。

加拿大政府对这次试验取得的成绩很满意，特地拨出 1.6 万英镑给马可尼，让他在格拉斯湾建立一个大功率的发射台。1902 年 12 月的一个夜晚，相隔 3000 多公里的普尔杜台和格拉斯湾台开始试验通信。这是英国和加拿大之间第一次正式进行的洲际无线电通信。试验结果，英国接收加拿大发出的信号很清晰；加拿大接收英国发出的信号要差些。这表明普尔杜台的发射功率还不大。于是，马可尼公司又花了一笔款子，改装普尔杜台的设备。改装完成以后，两台之间的正式通信完全成功。第一份从加拿大拍到英国的正式电报是马可尼发给英国国王和意大利国王的。两个国王收到电报以后，都回电表示感谢。

美国对加拿大和英国之间的通信成功，十分羡慕。不久，他们就请马可尼主持，在科德角修造了一座大功率的发射台。从这里发给英国的第一份无线电报是美国总统发给英国国王的。无线电成了各国政府首脑和国王的宠儿。

1903 年春天，开始从美国向英国《泰晤士报》用无线电传送新闻。每天的最新消息当天就可以见报。那些曾经诋毁过无线电通信试验的报纸只好认输了。

这时候，马可尼的事业已经在全世界范围里取得了很大的发展。除了英国、意大利、加拿大和美国以外，德国、比利时和刚果等很多国家的海岸、要塞也都建造了马可尼式的无线电台。成百艘在大西洋航线上行驶的邮船也纷纷采用了马可尼的装置。无线电开始成了全球性的事业。

## 发明权的诉讼

在科学史上，一项重大的发明刚刚破土而出的时候，总会遇到种种非难和阻力，而它一旦开了花，结了果，接踵而来的，就是有关发明权的争论：究竟谁是真正的发明者。

无线电事业展现出了灿烂的前景，无线电的发明权也就成了追逐的目标。有的人不承认波波夫的工作；有的人对马可尼的贡献提出非议；有的人却这样问：功劳究竟该归波波夫还是马可尼？或者该归更早的先行者？

几位无线电事业的先驱，像布冉利、卢瑟福和洛奇等，他们都对发明权抱着谦虚的态度。

波波夫既肯定了自己的工作，又承认马可尼的贡献。同时，他也对马可尼提出了一点批评。

1902年7月，波波夫和马可尼曾经见过面。马可尼随同意大利国王，乘巡洋舰“卡洛艾伯图”号访问俄国喀什港。俄国各报发表了热情的文章，称赞马可尼在俄美之间第一次建立了无线电通信。在港口，波波夫登上巡洋舰拜访了马可尼。根据当时在场的马可尼的朋友苏拉尼的回忆：“当波波夫来到巡洋舰上的时候，握着马可尼的手说：‘我对无线电之父表示祝贺！’”苏拉尼把这点做依据，证明波波夫承认马可尼是无线电的发明人。平心而论，波波夫如果真说过这句话，在当时的场合下，也只是一句表示友好、尊重的话。苏拉尼还回忆，波波夫一开始就说他1895年做过几次无线电试验，不过都是记录天空放电的。他没有在马可尼之前做过电磁波传播信号和无线电报的尝试。这段话只是苏拉尼一个人说的，没有旁证，它最多只能说明波波夫的谦虚罢了。

但是，俄国政府却没有这样“谦虚”。1908年，俄国物理化学协会专门成立了一个委员会，对发明无线电的优先权问题进行调查，实际上是给波波夫的发明权寻找根据。那个委员会向很多外国学者发信征求意见，过后就宣布波波夫享有发明无线电的优先权。这些俄罗斯的“爱国教授”们理直气壮地说：是波波夫最早发明了无线电报，连布冉利都承认这一点，他说过，“无线电报实际上是从波波夫开始的”，马可尼应该靠边站！

英国的学者们不服气。他们提出了更充足的理由：瓦特没有发明蒸汽机，但是他发明了冷凝器里冷凝蒸汽，使不经济的纽可门蒸汽机变成了实用的蒸汽机，最后导致一场工业革命。莫尔斯也不是第一个发明电报机的，但是他发明了莫尔斯电码，电报才成了广泛应用的通信工具。同样，马可尼虽然没有在波波夫以前作过真正的无线电表演，但是，他是第一个使无线电走出实验室的人，也是第一个让无线电飞过大西洋、变成真正实用的通信工具的人。世界上公认瓦特发明了蒸汽机，公认莫尔斯发明了电报，也就应该公认马可尼发明了无线电！

1905年5月4日，在美国关于无线电发明权的一场诉讼中，北美巡回法庭判定马可尼是无线电发明人。宣判的时候，法庭庭长有一段别具一格的判词，后来成了无线电学史上著名的文献。判词如下：

1887年，赫兹关于电磁波的新发现是空前的，它惊醒了全世界的科学家。因此，有人试图否认马可尼的伟大发明。实际上，9年过去了，没有一个人使电磁波得到实用或者取得商业上的成功，而马可尼却是第一个说明并

且用赫兹波成功地传送简明易懂的信号的人。

马可尼对于火花电报技术的贡献，可以这样来叙述：麦克斯韦和克鲁克斯提出了用击穿放电产生电振荡的理论；赫兹产生了这个振荡并且说明了它的特性。洛奇和波波夫的发明只局限在讲演和局部实验的装置上，或是像雷雨观测这种不能实用的仪器。马可尼发现了把这些振荡转变成一定信号的可能，并且利用他自己手中的工具，结合别的实验室已经不用的仪器，做了一系列进一步的实验，经过不断的改进，终于使他的发明发展成为完善的系统，成功地用到商业上。

别的发明者，在电学领域的大海中冒险向前，他们遇到赫兹波的浪潮却让它滚滚而去，并没有意识到这种新潮流会促进世界商业的货运和贸易。他们也曾经注意到能够揭示它的特性的现象，但是怀疑是否可能实现，并且担心在破浪前进中会遇到暗礁、海峡的阻碍以及搁浅的沙洲。马可尼敢于扬起风帆，到未知的潮流中去勘探，他第一个开辟了新的航线。

资本主义社会的法庭常常被利害关系所左右，他们的法律不一定是真理。但是，庭长的这个判决却是比较符合历史事实的，后来获得了世界上大多数国家的公认。

1909年11月，35岁的马可尼因为发明无线电的功绩，荣获了这个年度的诺贝尔物理学奖。

和马可尼同时分享这个荣誉的，还有一个不大被人知道的德国科学家布朗（1850~1918）。布朗出生在德国哈赛，比马可尼大24岁，是阴极射线管的发明人。他发明过耦合电路、定向天线，对无线电的远距离传送信号作出了巨大的贡献。

至于第一个探索无线电世界、毕生为发展无线电事业奋斗的波波夫，由于沙皇的封建腐朽，他的事业没有得到国家的支持。他在1906年患脑溢血，突然去世，只活了47岁。由于诺贝尔奖金只发给活着的科学家，波波夫没有获得这个荣誉。

## 远航新装备

在马可尼荣获诺贝尔奖金的那年1月，大西洋上发生了“共和国”号同“佛罗里达”号两艘轮船相撞的事件。幸亏船上有无线电装置，用它及时呼救，所有的旅客和船员都脱了险。它向全世界表明，无线电是海洋上遇难人员求救的信使。

这个撞船事件发生3年以后，英国白星轮船公司建造了一艘更大的邮船“铁达尼”号。这是当时世界上最大的一艘邮船，排水量46000吨，总长267米，双层船底，船上装备了最新式的机器，还有豪华的设备，号称“水上之城”、“人类进步的象征”。

1912年4月10日，在几千人的欢呼声中，“铁达尼”号在英国南安普敦港下水，开始了横渡大西洋的首次航行。

这艘豪华的大邮船载着1348个旅客和864个船员，总共2212人。邮船的设计师安德鲁和公司董事长也随船同行。它的航程终点是纽约。当时的英美报刊对这次远航大肆宣扬，英国人都因为“铁达尼”号要去远航而格外感到自豪。一些商人也争着用“铁达尼”号的图案来做商标。

“铁达尼”号航行在烟波浩渺的大西洋上，船舱里不时传出舞会的音乐

声和人们的喧声笑语，电报室不停地拍发着旅客的私人电报。按照当时的规矩，横渡大西洋最快的轮船，返航的时候要在桅杆上升起一条漂亮的蓝色锦带，这是海上的最高荣誉。为了夺取这条“蓝带锦标”，在公司董事长的催促下，“铁达尼”号一直全速前进。

4月14日，“铁达尼”号驶进了纽芬兰南边的洋面。船长史密斯考虑到这里常有冰山出现，决定减速航行，并且改变航线，绕过冰区。但是董事长怕夺不到“蓝带锦标”，硬不同意。就在这时候，航行在前面的“加利福尼亚人”号发现冰情，向“铁达尼”号发出了警报。恰好“铁达尼”号当时正在拍发船上一个大商人的私人电报，没有收到这个警报。深夜，当“铁达尼”号发现险情的时候已经来不及了。一座冰山迎面漂来，邮船躲避不及，右舷被撞开一条大裂口。根据设计，“铁达尼”号有16个密封舱，就是4个密封舱进了水，船也不会沉没。但是裂口将近百米长，5个密封舱都进了水，船注定是要沉没了。

“它不能沉，它不能沉！”史密斯船长不敢相信地对设计师说。

“它不能不沉，它最多只能坚持一个半小时了！”设计师冷静地回答。

“铁达尼”号撞上冰山以后10分钟，船长走进电报机房，表情很严肃地说：“立刻呼救！”

报务员菲利浦马上按动电键，发出求救信号。第一个回答的是艘德国船，但是它远在“铁达尼”号西南136海里的地方。接着，从纽约开来的“卡帕夏”号也收到了呼救信号。它离“铁达尼”号出事地点58海里，最快也要4小时才能赶到。拍发过冰情警报的“加利福尼亚人”号，这时就停泊在离“铁达尼”号大约10海里的地方，连船上的灯光都稳约可见，完全来得及赶来营救。但是，“加利福尼亚人”号报务员擅离职守，睡觉去了，没有收到“铁达尼”号的呼救信号。

“铁达尼”号这座“水上之城”在一分钟、一分钟地向下沉。全船共有2200多人，救生艇却只能容纳1200人，只好让妇女儿童先上。在这场悲剧中，船长史密斯十分镇定，船员们也表现出自我牺牲的精神。为了稳定人心，船上的乐队一直在甲板上演奏，最后全部殉难，演出了悲壮的一幕。只有公司董事长，他溜上了妇女儿童乘的救生艇，苟全了性命。

在不停下沉的船上，报务员菲利浦一直坚守在收发报机旁边，和赶来援救的船进行联络，不过，信号已经变得很弱。在最后的时刻，史密斯船长走进电报机房，通知菲利浦说：“应该做的事，你都做了。现在可以离开你的岗位了！”

菲利浦还是坚守在岗位上。他大约又继续工作了15分钟。最后收到他电报的是“奥林匹克”号。电文是：“尽力赶来——立刻来——机房就要淹没了。”发报时间是4月15日凌晨两点。20分钟以后，“铁达尼”号完全沉没了。根据一个得救的人说，在“铁达尼”号沉进大西洋的时候，菲利浦还是站在甲板上。船长史密斯和设计师安德鲁也和“铁达尼”号同归于尽。

“卡帕夏”号天亮赶到现场，只救起705个人。另外的1500多人全部遇难。

“铁达尼”号失事的惨剧震惊了全世界。整个事件表明，无线电在航海事业中有着不可估量的作用。由于及时发出呼救信号，使700多人从死亡线上被救了起来；相反，也由于“加利福尼亚人”号没有收到“铁达尼”号的呼救信号，竟使1500多人葬身海底！全船人的安危都维系在无线电上。英国

《泰晤士报》事后发表评论：“我们感谢马可尼发明的装置，它使‘铁达尼’号能够最快地发出事的消息和呼救信号。在这以前，有很多豪华的船只，没有发出什么遇难的信号就沉没为了避免这次“冰海沉船”悲剧的重演，1913年，在伦敦召开了海上生命安全国际会议。会议规定5000吨以上的轮船必须安装无线电收发报机，24小时都必须有人值班。另外，会议还规定成立冰山监视国际巡逻船队。

在“铁达尼”号失事的调查中，马可尼被请到法庭上去作证。他回答了一些技术问题，并且首次提出安装自动报警装置的建议。根据马可尼的设想，可以在轮船上安装一种自动呼救装置和自动报警接收机。当轮船遇难的时候，只要打开自动呼救装置，就可以自动发出信号和报告船的方位。接收机一收到其他船只的特殊呼救信号，就自动响铃报警，通知船长。为了能够启动电铃，马可尼提出需要在呼救信号开始以前，先发出15秒或者30秒的持续脉冲。由于这个建议牵涉到当时国际公约的规定，没有被采用。马可尼的设想，直到几十年以后才实现。

### 马可尼的成功秘诀

无线电在航海事业中的巨大作用，使马可尼得到了很大的欢乐和鼓舞。他对朋友说过好多次：“我的发明能够营救海上众多的生命，这是我一生中最愉快的事！”

马可尼喜欢大海。他像开尔文一样，后半生的科学研究活动都是在海上进行的。马可尼常常对人讲起少年时代的趣事。他8岁那年，经常和哥哥一起划着小船到海上去玩，有几次险些掉进海里淹死。正因为这样，当他看到自己的发明给航海人员带来福音的时候，心里格外高兴。

马可尼由于在无线电事业上的巨大成功，获得了很大的荣誉。他除了得到诺贝尔物理学奖外，还得到过美国的富兰克林奖章、俄国和西班牙的勋章以及其他一些奖章。同时，还有议员、元老、院长、侯爵、会长这样一些头衔。但是，马可尼不爱出风头，他为人谦虚、稳重。人人都知道他是无线电发明家，他却只认为自己是个普通的业余爱好者。马可尼不喜欢长篇演说，也不健谈，就是在公司的年会上，他也很少主持会议。但是，他在熟悉的朋友中，却常常表现出孩子般的快乐。他工作井井有条，准确无误，具有法拉第式的风格。他有三个特点，一是敢想，二是想到了就做，三是善于吸取别人成功的经验。这些，就是他一生事业成功的秘诀。他在功成名就以后，照样重视学习别人的长处。他每天早晨都要阅读电子技术刊物，每逢发现别人有什么新的见解或者设想，都会产生浓厚的兴趣。

马可尼就是这样一种人：他并没有超人的聪明，可是他善于吸取很多人的长处；他没有单独创造什么，却能够把很多天才的创造结合起来，变成无价之宝。他不是无线电的第一个拓荒人，但是他取得了最大的成功。他是集大成者，在很多研究无线电的人中第一个登上高峰，成了杰出的无线电发明家。

在以后的年代里，马可尼为无线电通信事业继续作出了新的贡献。1918年9月，他采用等幅波发射，在英国和澳大利亚之间传递了第一份无线电报。从1916年到1922年，他还开拓了短波通信的研究。1920年，马可尼买了一艘“伊莱特娜”号游艇。这艘1904年制造的游艇，用蒸汽机做动力，性能很

好，英国海军大将在第一次世界大战中用过它。马可尼已把它改装成一座别致的浮动实验室，游艇里除了有书房、卧室、洗澡间外，最引人注目的是无线电舱，舱里有试验仪器和各种长短波无线电收发报机，专供通信试验用。马可尼在这艘游艇上进行了很多重要的通信试验，包括证实短波可以进行远距离通信的试验。他曾经对朋友说：“我生来就是当水手的。我热爱大海，不但因为它把我从陆地上的烦恼中带走，而且我在海上还可以随心所欲地思索、研究和试验。”

马可尼乘着“伊莱特娜”号游艇在大西洋中转播伦敦的节目，并且同世界各地的陆上电台联系。到船上来的官员和友人可以直接同岸上的官邸和亲人通话。有几次，他因为生病或者其他原因，暂时离开了“伊莱特娜”号，却总是念念不忘地要回到船上去。他说：“我是多么希望再回到‘伊莱特娜’号上去啊！我航海的时间不算短了，但是一离开我的游艇就不愉快。也许别人有更伟大的理想，我却十分满意这个浮动的家，没有什么能够代替大海的魅力和海上的自由。”

1930年3月26日，马可尼在“伊莱特娜”号游艇上作了一次精彩的表演。那天正是澳洲电气和无线电展览会开幕。马可尼在1.5万公里外的地中海，从游艇上用无线电话机先同展览会通了话，然后按下电键发出电磁波信号，经过一个中途站接收，再转发到澳大利亚，最后点燃了大厅的3000多盏电灯。这件事使展览会大为生色，一时传为佳话。

1934年4月25日是马可尼60岁生日，从世界各地拍来的贺电，像雪片一样飞进他的办公室。这些贺电，大多是用他贡献了毕生精力的无线电报拍发的。为了纪念他的伟大贡献，国际海上无线电协会代表50个国家，一致通过把4月25日命名为“世界海上无线电服务的马可尼日”。

1937年7月20日，马可尼病逝。全世界都哀悼这位无线电巨人离开了人间。举行葬礼的时候，罗马有上万人参加送葬行列。英国本土所有邮局的无线电报和无线电话都沉默两分钟，大不列颠广播协会所属的广播电台也沉默两分钟，表示对马可尼的悼念。

马可尼一生的历史，也就是无线电发展的历史。马可尼21岁到英国的时候，无线电事业还处在摇篮时代；当他满载荣誉离开人间的时候，无线电已经成了遍布全球的一项伟大事业。正像一家著名杂志在他逝世的时候评论的那样：“多少人只是满足于证明无线电实用的可能，他却让无线电真正用于实际了。这确实是伟大的！”

马可尼生前对中国怀有友好的感情。1933年12月，他到我国来访问过。他从日本到北京，然后从北京到上海。到上海那天是12月7日，受到上海各大学联合会、中国无线电研究社等14个团体的热烈欢迎。12月8日，马可尼参观上海交通大学。为了纪念他的功绩和光临，在交通大学工程馆前面立了一根纪念铜柱，取名叫“马可尼铜柱”。马可尼和夫人亲自参加了植柱仪式。这次访问中国给马可尼留下了深刻的印象。他曾经对人说，在津浦线的列车上经历了这样长的旅途，再翻开地图把中国同意大利相比，不禁深深地感到中国的辽阔广大。

科学家有自己的祖国，但是科学是没有国界的。马可尼和波波夫，无论他们属于什么民族，有什么样的个人命运，他们发明无线电的丰功伟业是造福子孙万代的，是值得永远纪念的。

