

电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

第一章风族世家

每到春节期间，庙会上常有一种玩具风车，小孩只要拿着风车迎风一动，就像鸭子叫唤一样咕咕作响，这就是风力的利用。

风力是人类最早使用的动力之一。约在公元前 2800 年，埃及人就开始用风帆协助奴隶们划桨。后来又利用风帆协助牲畜做磨谷和提水等重体力劳动。

一、风的来历和风力众弟兄

风力是空气流动引起的，而空气流动是由太阳能引起的，这个道理现在看来是简单，但真正弄清其中的秘密却经过了一段漫长的历史，直到伽俐略（公元 1564 ~ 1642 年）的一个学生做了一个有趣的实验，才知道风与空气压力及太阳的关系。

以前，人们对空气也有压力并不十分清楚。17 世纪时，在意大利热闹的佛罗伦萨市，技师们制造了一台抽水机，打算用它抽出深矿坑里的水。可是，水在离井底大约 10 米高的地方就不再上升了。技师们就去请教大科学家伽俐略是怎么回事。伽俐略认为，这是由于空气压力不够大引起的，即当地面上单位面积上空气产生的压力如果等于抽水机唧筒里单位面积上水柱的重量时，水就不再上升。伽俐略的这个看法当时没有用实验证实，因为他不久（1642 年）就去世了。后来，伽俐略的学生托里猜利为了证实老师的观点正确，设计了一个很简单但非常说明问题的实验。

托里猜利用一根一米长的玻璃管，一端封密，里面装满水银，然后用大姆指按住管口倒立在一个水银槽中，当手指放开后，管里的水银下降了，但降到 76 毫米高的地方后就不再下降。为什么不再下降了？因为这时管里的压力和管外的大压力相等了。这个实验证明，在地面上的空气压力是 760 毫米水银柱。但当夏天下大雨前，因空气膨胀，气压就下降，不到 760 毫米水银柱。

在地面上的不同地区，气压也不同。原来，在地球上不同的地方，受到的太阳光照射很不均匀。赤道一带，阳光最强，而地球两极阳光最弱。于是受阳光多的地方，温度升高，空气膨胀，空气作用在单位面积上的压力就小，而地球两极的情况正好相反，空气冷，比重大，压力也就大。于是空气就从压力大的地方向压力小的地方流动，因此地球上总是有风。

在相邻的两个地区，空气压力差别越大，空气流动就越快，风也就越大。按风力的大小，可以把风划分成不同的等级。风力大小的标准是按风的速度计算的。我国早就有划分风力等级的标准。比如，我国唐代时将风力划分成 8 级。

- 一级风为“动叶十里”，即风速是日行十里，可使树叶微微翻动；
- 二级风为“鸣条百里”，即风速日行百里，可使树叶沙沙作响；
- 三级风为“摇枝二百里，能使树枝摇动；
- 四级风为“落叶三百里，能刮落树叶；
- 五级风为“折枝四百里，能使小树枝折断；
- 六级风为“折大枝五百里，能折断大树枝；
- 七级风为“折木飞沙石千里，可飞沙走石；

八级风为“拔大树三千里”，可将大树连根拔起。

1805年，英国一个叫蒲福的气象学家，积50年之经验，把风划分为13个等级，即零级、1级、2级……12级。后来的气象学和气象预报基本上沿袭了这个标准。这13个级别的风分别称为：无风、软风、轻风、微风、和风、清劲风、强风、疾风、大风、烈风、狂风、暴风、飓风，并规定了每级风的速度。分别为：每小时1~5公里的风为1级风，6~11公里/小时为2级；12~19公里/小时为3级风；20~28公里/小时为4级；29~38公里/小时为5级；39~49公里/小时为6级；50~61公里/小时为7级，62~74公里/小时为8级，75~88公里/小时为9级，89~102公里/小时为10级，103~117公里/小时为11级，118~133公里/小时为12级，12级以上统称为飓风。

为了能使普通的非气象人员也能辨别风力的等级。气象工作者把风力等级用便于记忆的顺口溜编成一首歌谣：零级无风吹烟上，1级软风烟稍斜，2级轻风树叶响，3级微风树枝晃，4级和风灰尘起，5级清风水起波，6级强风大树摇，7级疾风步难行，8级大风树枝折，9级烈风烟囱毁，10级狂风树根拔，11级暴风陆上少，12级飓风浪滔天。

二、风力助郑和七下西洋

按现代风力等级，风力众弟兄中，7级以上的大风是很难驾驭的。七八级风刮起来，渔船就不能出海。而其它的6位“小兄弟”则能为人类提供可贵的能源和动力。因此自古为人类重视，最早应用风力的地方是在江河大海用来驱动帆船。据记载，我国至少在两千多年就会利用风力代替人力驱动帆船在水面上加速航行。以后，人类利用风力的技术也越来越高。

原来到宋代时，人们已积累了许多利用风力的驾船技术，不管风是从船的侧面还是迎面吹来，都能驾帆前进，即使遇到顶头风也有利用风力的办法，迎着风向预定的地点行进。

明代著名航海家郑和，从公元1405~1433年，曾七次率领庞大的船队到达东南亚、印度洋、红海、非洲等30多个国家和地区，规模最大的一次是由二万七千余人、二百多艘船舶组成的船队。郑和七下西洋的成功，除了他的高超的航海知识外，善于利用风力是一个重要因素。

从郑和七下西洋的时间安排上可以充分证明这一点。他乘船出发的时间，除第三次是在10月，第六次在春季外，其他五次全是选在冬季出发，而归国时间，除一次是选在10月外，其余六次都在夏季。人们认为，郑和选定的航海时间，不是出于偶然，而是具有丰富的气象经验。因为，我国东部沿海冬季多吹西北风和东北风，出海船舶沿岸南下，正好顺风直到南海，穿过马六甲海峡进入印度洋。在夏季则多刮西南风，因此在此时回航又是顺风。郑和正是巧妙利用不同季节的风力为航船作动力。

但是，在一个季节的不同时期，由于具体地区气候的影响，有时也变化无常，并不按人的需要方向“吹风”。于是，郑和船队采用了开“顶风船”的办法。

这种办法是让船上的风帆与风向成一定的角度“抢风”行驶一段时间之后，将船转到另一舷侧受风，再抢风行驶大致相同的时间，又转到原来的舷侧受风抢风行驶，两侧交替更换使船呈“之”字形曲折前进。

为了充分利用风力，提高船只航行速度，我国很早就发明了多桅多帆船。

早在公元前 3 世纪的三国时代，已有了七帆船，帆可以转动，以适应各种风向，充分利用风力。后来，驾船人发现，风帆越高，受的风力越大。于是在大帆上角加小帆。《天工开物》中说，“凡风逢之力，其末一叶，敌其本三叶”。意思是说，最上面的一张顶帆所受的风力，可以抵得上下面的三张帆受的风力。

三、风车功贯古今

在陆地上利用风力比在河江湖泊和海洋中要晚。这是因为，制造利用风力的风车要比制造风帆困难。据考古发现，在埃及的出土文物中，有大约两千年前制造的利用风作动力的风磨。风磨可加工粮食和谷物。

我国利用风车的历史也不晚，在辽阳三道壕东汉晚间的汉墓壁画上，就发现有风力车的图样。说明我国至少有 1700 多年的风车利用史。到明朝，开始出现风力水车，这种水车由风力驱动，用来灌溉农田。以后又出现风磨等风力机械，用来加工农副产品。

在欧洲，第一架利用风力的风车大约出现在公元 8 世纪，以后在荷兰、英国得到迅速发展。这些风力机械在中世纪成为抽水、磨石、带动锯木机的主要动力。

在整个中世纪，空气动力知识、风车设计和齿轮传动机构的设计水平，都在不断提高。出现了能充分利用风力的新式风车，可以依靠风力本身的力量来自动调节风车叶片的方向，而不必再靠人去调节风车叶片的迎风方向了。

荷兰，有风车之国的美称。这里常年盛吹西风。给缺少水力动力资源的荷兰提供了丰富的风力。荷兰在改造风车上下了许多功夫，为了让风车能四面迎风，他们发明了荷兰式风车，这种风车适应当地风向多变的特点，可以任意调节叶片的迎风方向。

荷兰风车，最大的有好几层楼高，风翼长达 20 米，由整块大柞木制成，非常结实。到 18 世纪末，荷兰有约 12000 台风车。用来作碾谷；制造粗盐、烟叶；榨油；压滚毛呢、毛毡；造纸；排除积水等工业的动力。荷兰地势低洼，由于有了大量风车不停地吸水、排水，才保证全国 2/3 的土地免受沉沦和人为鱼鳖的威胁。

因此，荷兰人热爱风车胜过任何人，凡有风车的建筑物，总是装饰得美丽多彩。每到盛大节日，风车上还围上花环，悬挂国旗和用纸做的太阳和星星。以表示他们对风力所做的贡献的感激之情。

自从蒸汽机、内燃机、涡轮机等动力相继出现后，依靠风力的古老风车曾一度受到一些人的轻视，但荷兰人却对它一往深情，一直沿用至今。目前荷兰仍然有各式各样的风车 2000 多架。多风的丹麦在 20 世纪初也有 10 多万架风车。

美国也是风车利用很广的国家。1850 年，美国的工程师丹尼尔·哈利戴发明了一种多叶片风车，这种风车是现在许多农村仍可见到的美国农场用风车的前身，主要用作抽水动力。后来，这种风车风靡美国、阿根廷和澳大利亚的许多农村和牧场。仅美国就有 100 多万架风车。

四、风力发电

自法拉第发明了发电机和电动机，实现了机械能和电能之间的相互转化之后，用风力来发电就开始得到重视。

最早发展风力发电的是美国，开始于 20 世纪初。美国出版的《1922 年农村照明与动力年鉴》上记载了本世纪 20 年代初，美国制造风车泵和风力发电的厂家已有 54 个。20 世纪 20 年代建立的美国明尼苏达州明尼阿波利斯市的雅各风力发电公司，一度名噪一时。这个公司在 30 年代为南极探险家 A·比尔特提供了一台风力发电机，为身处荒无人烟的南极探险人员提供电力。到 1946 年，当 A·比尔特最后从南极回到美国时，留在南极考察站的这台雅各风力发电机仍在工作，解决照明和通信用电所需。

美国是风车最多的国家，风力发电也开展得最早，但风力发电却有一段兴衰史。由于 20 世纪初蒸汽机、内燃机和涡轮机等动力机械的相继发展，人类比较容易采用石化燃料发电以得到稳定的电力，而风力发电受风力变化不定的影响，要获得稳定的电力就必须有较复杂的技术，因此风力发电价格较贵。30 年代，美国有 10 多家生产和出售风力发电机的工厂，供多风的密西西比河流域以西的平原农场使用。在有风季节，每台电机也就发出 1 千瓦的电力。加上当时美国的矿物燃料产量猛增，火力发电价格便宜，电力稳定，又开始实施一个称为“乡村电气化计划”，风力发电成本既高，供电又不稳定，在竞争中远远敌不过火力发电而败下阵来。大多数风力发电机被闲置起来。在欧洲，风力发电也遭到了同样的命运。这一过程一直延续到 70 年代。

70 年代初，由于阿拉伯和以色列之间发生战争，阿拉伯对支持以色列的西方国家实行石油禁运。依靠石油作主要能源的西方国家立即隐入了空前的能源危机。为解决能源动力的短缺，风力发电开始重新受到重视。

我国虽然没有受到石油禁运的影响，但因要加速发展经济，能源动力也很紧张。为了利用风力这种取之不尽又无污染的能源，从 80 年代起，也开始投入很大力量发展风力发电。

到 80 年代末，我国内蒙古多风地区已拥有风力发电机 10 多万台。几十万牧民从此结束了无电的历史。牧民在劳动之余，已经可以坐在蒙古包中看电视、听广播了。内蒙来的人说，风力发电机的出现，不仅使整个草原发生了变化。给牧区的年轻男女的婚姻恋爱也增添了新的“佐料”。据许多人讲，新娘出嫁之前，先要问新郎家是否安上了风力发电机。如果还没有，决不急着“过门”。

五、对流层风力发电

为了提高风力发电的功率和电力的稳定性。世界各国的科学家动了不少脑筋，而且各显示“奇能”。其中值得特别一提的，是前苏联的一个工程师小组提出的风力发电方案。

1989 年，这个工程师小组开始设计对流层的风力发电站。因为，在离地面 10~12 公里的上空大气层有一对流层，其风速达 25~30 米/秒，风能比地面大气层的风能大两千倍（相当于 10 级狂风），而且稳定不变。因此，科学家们计划利用这项巨大的风能。

可是，在 10 多公里的高空怎么安装风力发电站呢？他们想出了一个独特的方法，就是将重量为 30 吨的电站用气球升地离地面 10~12 公里的高空，

采用超高强度的绳索将气球和电站连接起来。电站的附属设备（如大功率变压器和操作控制设备）都安装在地面。科学家计算后得出结论，这种大型的对流层风力发电站的发电成本仅为现有的电站的 1/5 ~ 1/6。

六、太阳能——风力发电站

70 年代末，一位叫尤尔格·施莱希的德国工程师还提出了一个太阳能——风力发电站的设计方案，以解决未来能源缺乏的问题。

这个电站的设计功率达 70 ~ 100 万千瓦，足以同核电站的发电能力相竞争。但这个风力电站利用的是由太阳能产生的气流推动风力发电机，而不是利用自然风。方法是先铺设一个大面积的完全透明的圆形塑料薄膜顶棚，利用阳光加热塑料棚内的空气，使其升到 20 ~ 50，塑料棚的结构很奇特，由四周向中心逐渐升高，和中心的烟筒状高塔连成一体。晒热的空气沿着圆筒形高塔上升，推动圆筒中的风动叶轮，再带动发电机发电。这种装置的优点是：即使外界的风力为零。烟筒状高塔内的风速也能达到 60 米/秒，相当于台风的速度。德国工程师的这一设计方案目前虽然还没有实现，但其设计思想是值得称道的。

总的来说，风力发电已再次受到科学家们的极大重视，并已成为目前世界上发展得最快的无污染的能源。从 70 年代后期开始到目前，美国加利福尼亚州的风力发电机已有 160 万千瓦的发电能力，占该州发电量的 1.5%，预计到 2010 年，美国风力发电量可达 5000 万千瓦，将超过常规煤电厂的发电能力。由于技术上的突破，在美国夏威夷瓦胡岛上，一座世界最大的风力发电机已于 1988 年正式投入运行，它的风轮直径达 97.5 米，每年发电量达 1000 万千瓦小时。

在欧洲，丹麦的南奥泽松有 13 台 100 千瓦的风力发电机于 1986 年投入运行。

七、风能的功过

风给人类作出过巨大的贡献，它不仅为我们提供了洁净的动力，而且还有许多其他功能。植物繁殖靠风力传播花粉，污染的大气层靠风力吹散稀释，如果空气是“一潭死气”，许多生物会无法生存。例如，1952 年 12 月 5 ~ 8 日，伦敦近地面的大气处于无风状态，大量工厂排放的煤烟粉尘等污染物在低空积聚不散，造成 4000 多人死亡，许多人身染疾病，可见无风是多么可怕。

可是，并不是所有风族众弟兄都与人为善，尤其是飓风发作起来，对社会和人类的摧残也可说是登峰造极了。

八、残暴的安德鲁飓风

1992 年 8 月 24 日，从大西洋洋面上刮起的一股飓风，横扫了美国佛罗里达州南部，经墨西哥湾后，又袭击了美国的路易斯安那州的沿海城镇，幸好事先有预报，在这个命名为安德鲁飓风的恶魔来到之前，人们已都躲到安全地带，才没有遭到“灭顶之灾”。但是，即使有准确的预报，这个速度达每小时 264 公里的飓风还是摧毁了大量无法躲藏的房屋和建筑物及许多工

业、军事设施，使 20 万人无家可归，20 多人死于非命，经济损失达 230 多亿美元。

安德鲁飓风过后，美国霍姆斯特德空军基地的许多建筑物被彻底摧毁，2 架价值 2800 万美元的 F—16 战斗机被刮得像树叶一样翻滚，毁于一旦。粗壮的大树被拦腰截断，钢筋混凝土制的电线杆刮得东倒西歪。到处都是不知从哪儿吹来的小飞机。许多人一生的积蓄几小时就被飓风席卷而去。家、汽车、房子及整个霍姆斯特德社区内的东西几乎全部卷走了。一位 69 岁的老人对报界记者哭诉，这种惨状，他一生中经历过两次，第一次在二次世界大战期间，再就是这一次。

飓风从古至今给人类的灾难令人胆颤心凉。据有据可查的资料，全世界范围内，一次就造成死亡人数达 5000 人以上的飓风，已至少发生过 20 次，其中有 7 次，每次造成的死亡人数超过 10 万人。

1922 年 8 月 2 日，强台风从我国广东登陆，狂风暴雨加上海水倒灌，使汕头地区死亡几万人，损失财产 7000 万银元，飓风过后，瘟疫蔓延，一些地方成为无人区。

1959 年 9 月 26 日，飓风入侵日本名古屋，掀起 6 米高的海浪，将一艘 7000 吨的货轮推上海岸，摧毁了房屋 6000 栋，死亡和失踪 6464 人（失踪 2000 多人），受伤 3 万多人，40 万人无家可归。

为什么飓风如此厉害？原来它是一个巨大的能源库。科学家计算，一个成熟的飓风，一天内下的雨大约有 200 亿吨！水汽凝结时放出的热能，相当于 50 万颗 1945 年广岛爆炸的原子弹，所以飓风被人称为“超级氢弹”。

目前，人类还没有找到驾驭飓风的有效办法。只能提前预报，让人在飓风来到之前躲到安全地带。近年来，科学家们提出，在飓风可能入侵的地方，种植防护林带，让高大的乔木和茂密丛生的灌木组成“防风”长城，层层阻挡凶猛的飓风，逐渐削弱风力，减少其破坏作用。

九、飓风的玩笑

在飓风中，有一种称为龙卷风的怪风，也是威力无穷。1956 年 9 月 24 日，龙卷风袭击上海市，竟把一个 11 万公斤重、三四层楼那么高的空油桶举到空中，仍到 120 米外的地方，当时桶内还有一个维修工在进行修理工作，坐了一次“土飞机”，当巨大的油桶落到地上时，维修工仅受了轻伤。

1992 年 10 月 24 日，中央电视台正大综艺的防灾减灾特别节目中，一位叫刘兰芳的上海妇女到电视台现场向观众讲述了她 1988 年被龙卷风卷到空中抛到 1 里之外的棉花地里却安然无恙的传奇经历。有时，龙卷风还会给人开一些令人哭笑不得的玩笑，它依仗其威力而进行恶作剧。

元代一位叫郝经的大官写过一本叫《陵川集》的书，其中记载了一件由龙卷风搞出的婚姻故事。说的是一位姓吴的女子被风卷到 60 里以外的地方，因找不到家而就地取“才”嫁了人，其丈夫后来竟成了大官。

清代乾隆年间，一位叫彭牧的“县团级”干部在江宁悬当县令。本县的一位“子民”李秀才一天忽然到县衙告状，指控他儿媳韩某不尊妇道，与人通奸，“确凿的证据”是该妇在 5 月 10 日这天一夜未归。韩妇申诉她并无不轨行为，而是 5 月 10 日这天突然被狂风卷到离县城几十里之外的铜井村，因天黑找不到家，只得在那里借宿一夜，第二天被铜井村居民送回李家，决无

通奸之事。但李秀才不信风会有些神威，一口咬定儿媳编造谎言为自己开脱。非要县衙治罪不可。

所幸这位县令是个明白人，颇知龙卷风的“前科”，他找出《陵川集》记载的元朝也有这种卷走妇女的“奇风”，让李秀才看，才消除了他对儿媳的怀疑。

其实，飓风虽有害的罪行，但也有济世的功德。原来，飓风过后必有暴雨。我国江南和东北地区夏季降雨的大部分雨量都是飓风呼唤来的。飓风一刮，大雨即到，我国珠江三角洲、两湖盆地和东北平原的干旱就能解除。水库的水就能蓄满。因此，科学家认为，对飓风的功过要公正评价。

至于形成飓风的巨大能量，虽然目前人们还没有找到加以控制和利用的办法，然而，既然能确定客观存在，科学家是不会白白放过它们，让它们总是对人作恶作剧的。

第二章水力列传

水，不仅是人类须臾不可离的饮料，生命的基本保证之一，而且是廉价和洁净的能源，自古就受到重视。我国是利用水能动力历史最悠久的国家。水力有多种形式，湍急的江河，瀑布，汹涌的潮汐和大洋中的海流都蕴藏着巨大的水能动力。

一、科学的水排

水排，是古代一种利用水力进行鼓风的装置。现代炼铁，是用鼓风机向炉内吹进氧气，把多余的碳和杂质氧化掉。在古代，还没有由电动机带动的鼓风机，聪明的工匠就用皮革作成皮囊，一张一压来鼓风，一座炼炉要用好几个皮囊排成一排，称为排囊。所以人们把用水力推动皮囊进行鼓风的装置叫“水排”。

水排的结构很巧妙，它通过水力推动水轮，水轮带动拉杆（或者加一个传动带），把圆周运动变成往复运动，使风箱上的风板一开一闭达到鼓风的目的，水轮转动一次，风扇可以启闭好几次，比用人力操纵皮囊的鼓风速度和效率高得多。

由东汉初年南阳太守杜诗发明的这种水排，在三国时代由一个叫韩暨的人推广到魏国官办的炼铁作坊，很受欢迎。因为这种水排可以代替过去用人力和畜力推动的排囊鼓风，四季不歇。采用水排鼓风以后，许多原来用排囊鼓风的人力和畜力被节省下来，生产效率也提高了好几倍。从后汉到解放前，我国不少地方都使用水排鼓风。

二、水力天文钟

用水作动力驱动天文钟，也是我国古代的一大发明。所谓天文钟，是用来表示天体时空运行的一种大型仪器。它把动力机械和许多传动机械组合在一起，利用几组齿轮把机轮的速度变慢，并保持恒定的速度，使它和天体的运动一致，这种天文钟既能表示天象，又能计时，后世的钟表就是从它演变而来的。

我国古代是天文学很发达的国家。宋代发明的“水运仪象台”就是天文钟的祖先，也是用水力驱动的最古老的天文钟。

公元1088年（宋元·三年），宋代科学家苏颂在当时的汴京（今河南开封）成功地制成了“水运仪象台”，其利用水力作动力的设计非常巧妙。在一个“铜壶滴漏式”装置内设有“天池”和“平水壶”两个方形水槽，“平水壶”的泄水管使水位经常保持不变，这样，平水壶下端的出水口就能保持恒定的流量，以不变的力驱动仪象台的水轮旋转。更妙的是水轮下边的退水壶有一根水管和升水壶相连，这样水可以周而复始，水流循环一周，泄水槽又成了水源。水运仪象台的制成，不仅表明11世纪末我国杰出的天文仪器和机械工程技术的卓越成就。而且表明了巧妙利用水力驱动精密仪器的聪明才智。国际上的科学史家认为，“水运仪象台”是欧洲中世纪天文钟的祖先。

这种复制出来的水运仪象仪，今天我们在北京故宫的钟表馆里，还可见到。

三、从高转筒车到水转连磨

我国古代的农业用灌溉机具，一开始是用人力驱动，后来开始用畜力和风力。人力畜力成本高，风力只适用于排水，而不能抗旱救急，干旱天如果无风，就只好干等。于是想到利用湍急的河流水力来取代人力畜力或风力。这就是水力在农业应用中迅速推广的原因，用水提水，这个想法的诞生很简单。

最有名的“水力提水车”叫高转筒车，创始于唐代。我国南方农村的有些地区，至今仍有这种水车在提水灌溉农田。水车有一个用木或竹做的大转轮，直径随提水高度的需要而定，可以由几米到十几米，用木架竖立在江河的急流里，水轮外缘安有许多斜放着的竹筒，当水力推动水轮时，竹筒浸入河水中灌满了水，到露出水面时，筒口正好朝上，离水后水轮转动约200度，筒口即向下倾斜，将水注入岸上的水槽流入农田中。这种水车不需要人看管，完全是利用水力自动化提水。

到元代初，还有人将过去的人力龙骨水车改造成水力驱动的水力龙骨水车。也是利用江河中湍急的水流冲击水轮旋转，水车则装在河岸边挖出的深沟里，通过传动齿轮带动水车车水，从河中把水车上岸灌入农田中。

农村在谷物收获脱粒之后，要加工成米、面才能食用。我国古代又发明了用水力驱动的水碓、水磨用来加工粮食。

四、水力发电

在发电机出现之前，水力只能变为机械动力为人类利用。因此水力的利用受到很大限制，在没有湍急江河的地区，根本无法享受水力的恩惠，而水力丰富的地区又因为不能充分利用而白白地流失了。比如，当你看到那些“飞流直下三千尺”的壮观瀑布而不能利用它蕴藏的能量时，只好感叹“疑是银河落九天”了。

自法拉第发明了发电机和电动机，能把机械变成电能，并能把发电能远距离输送到任何地方后，水力的利用就出现了突飞猛进的发展。这就是利用水力来发电。

水力发电的原理很简单，先建造水库，将水蓄积到一定的高度。发电站的发电机安装在水库的下面。当水库里面的水沿着管道流下去的时候，很自然会产生一股冲力，这股冲力冲击着水轮机带动发电机转动，就产生了电力。

因此，只要建成了水库和水电站，以后的电力都由水库中的水源不断提供，不再需要燃烧任何燃料，既节约，又没有污染。建成的水库还可以用来灌溉及养殖水产，真是一举多得。因此它一出现，就广泛受到人们的青睐。

在当今世界上，水力发电在能源供应中已占有相当重要的地位，世界电力的生产中有近 20% 来自水力发电。

世界上最早利用水力发电来改变社会面貌的是美国田纳西河。田纳西河位于美国东南部。30 年代初，美国遭受空前的经济大萧条，人民普遍生活在饥饿中，田纳西河流域更是严重，62% 的人口以农为主，而土地贫瘠，水旱灾害频繁，洪水过后，土地冲刷，颗粒无收。为了改变这种面貌，美国总统罗斯福于 1933 年 4 月 10 日提出建议，对田纳西河流域进行多元开发利用，其中之一就是进行水力发电。1933 年 5 月 17 日国会通过了这一建议。经过 40 多年的建设。田纳西已彻底改变面貌，荒滩变桑田，水力发电奠定了电力网的基础，送到了全区的每一个角落。河网密布，航道畅通。经过 40 多年来的努力，在田纳西河上建成了 35 个大水库和 8 个小水库，水力发电厂达 49 个。在 30~40 年代，田纳西的电力都来自坝下的水力发电厂，到 40 年代末，田纳西成为全国电力的最大供应者。

美国从田纳西的水力发电中获得巨大收益后，对水力发电更是倍加重视，于 1941 年在哥伦比亚河上建立了大古水力发电站，设计的发电能力为 1083 万千瓦，是世界上最大的水电站。直到 1984 年，巴西和巴拉圭巴拉那河建成伊泰普水电站后（发电能力为 1260 万千瓦）才退居第二位。

从 70 年代发生石油危机后，世界水力发电更是进入高潮，现在世界上有 7 个国家（挪威、扎伊尔、赞比亚、加纳、乌干达、老挝、不丹）几乎全靠水力发电提供电力。水力发电为发展中国家提供了 2/5 的电力。

水电站所需要的大型水坝工程的建设也越来越快，高坝越来越多。自 1936 年美国建成世界上第一座高度超过 150 米的胡佛大高坝以来，到 1980 年，世界上建成的 150 米以上的高坝就有 65 座，到 1990 年，又建成了 44 座。我国为了兴建世界瞩目的长江三峡水电站，更是出现了许多感人的故事。

五、长江三峡水力发电站

为了利用长江上游的水力能源，防止中下游免遭洪水的分割，革命先行者孙中山先生早在他的《建国方略实业计划》中就提出要兴建三峡大坝这一宏伟的水利工程，一方面利用大坝拦截上游来的洪水，一方面利用三峡水库蓄存的水力进行发电，造福长江流域的两岸人民。孙中山的这一愿望没有实现，留给了解放后的中国人民。

1954 年，特大洪水袭击长江两岸，淹地 4755 万亩，淹死 33000 多人，京广铁路 100 来天不能通车。肆虐的洪水使国家领导人建立三峡大坝的决心与日俱增。

还是在 1953 年，当时的国家主席毛泽东就专程视察过三峡，他在“长江”舰上望着滔滔的江水对当时的长江科学委员会主任林一山说：“为什么不集中在三峡修一个坝卡住长江？”“你能不能找个人替我当国家主席，我给你

当助手，帮你修建三峡大坝呢？”后来，因种种原因，三峡大坝工程久拖不决，他伤感地说：“将来我死了，三峡修成后，不要忘了在祭文中提到我！”

毛泽东主席有一首诗中描绘了三峡建成后的迷人情景，“截断巫山云雨，高峡出平湖，神女应无恙，当惊世界殊。”读了令人万分感慨！

在1992年七届五次人代会开幕前夕，因病逝世的政协副主席王任重生前向家属和秘书嘱托，要把他的骨灰撒在三峡大坝的坝址上。

三峡水力发电站久抱未修，给许多伟人留下终身遗憾。令人欣慰的是，在1992年4月召开的七届全国人大五次会议上，终于决定将兴建长江三峡工程列入国民经济和社会发展十年规划。这一决定震动了全世界，更鼓舞了国内外的亿万炎黄子孙。

从1992年起的15年内，一座高185米，长1983米的拦洪大坝将在湖北宜昌三斗坪高高筑起，它除了“截断巫山云雨”，控制住武汉以上洪水来量的2/3，保证下游两岸1500万人民的生命财产外，三峡大水库每年可以发电840亿千瓦小时。相当于14座装机120万千瓦的火力发电厂和三个年产1500万吨的煤矿的能量。水力发电产生的电力可以送到华中、华东、川东等广大地区，解决这些地区能源短缺的问题。

我国是水力资源最丰富的国家，居世界第一。但是，水力能源的利用却居落后地位，按1983年的统计，水力能源的利用仅5%，其余95%白白地流失掉了。而前苏联水力利用率达17%，巴西为12%，美国为40%，加拿大达50%。因此，加速开发利用我国丰富的水力能源成为未来能源工业的重要组成部分。

所幸的是，我国已具备了建造大型水力发电工程的技术和经验。毛泽东主席生前批准了在三峡大坝下游41公里外的葛洲坝兴建一个大型水电站，于1970年12月开始，至1986年建成，有21台总容量达271.5万千瓦的水轮发电机组，每年发电141亿千瓦小时，成为我国目前最大的水力发电站，它的电力已输送到华中电网覆盖的广阔城市与乡村。

在雅砻江的二滩水力发电站正在建设之中，发电量比葛洲坝水电站还大，达330万千瓦。

我国的黄河，也有丰富的水力能源，黄河上游，从龙羊峡到青铜峡长达900公里的河段，坡度大，落差达1400多米，是名副其实的“飞流直下三千尺”，可以建十多个梯阶式的水力发电站，总发电能力可达1400多万千瓦。相当于长江三峡水电站的发电能力。1990年，甘肃、宁夏和青海三省已决定在黄河上游共同建造水电站。以便尽可能地利用这一无污染的天然能源。

六、海洋潮汐也是能

除江河外，在海洋中也蕴藏着巨大的水力能源，这就是潮汐能。

在远古时代，居住在海边的人就发现，海水水位时涨时落。我国古书《山海经》里有“鲸出洞时则退潮，入洞时则涨潮”的记载。当然，海潮的涨落并不是由于有一种古人叫做“鲸”的巨大动物在海里出洞入洞所引起的，但这段记载说明我国古代的人们已经注意到了海潮有退有涨的现象。在印度，对海潮的涨落现象也注意到了，他们则认为“潮的涨落是龙神的变化”所引起的，这一看法记载在印度于公元前三世纪左右的《大藏经》一书中。

古人对海洋水位时涨时落的潮汐现象不能进行科学的解释，但想象力却

是很丰富的。比如有人认为潮汐现象是“天地呼吸”或“海里的妖怪吞吐海水造成的”，这当然也是一种误解。直到1686年，牛顿（公元1642~1727年）提出了万有引力定律，才知道潮汐是太阳和月球等天体对地球的引力的变化引起的，科学地解开了潮汐之谜。

七、用潮汐搬运巨石

古人虽然没能正确解释潮汐现象，但早就知道潮汐含有巨大的能量，并进行巧妙利用，产生了许多动人的故事。

在福建泉州东北约10公里的洛阳江入海处，有一座誉满海内外的大桥，是公元1053~1509年间建成的。当时全桥长360丈（1200米），宽1丈5尺（5米），桥墩46座。经过历代修葺变迁，现在的桥长为834米，宽7米，桥墩31座，建造这座桥所用的材料全部是成吨重至上百吨重的巨大石块。在900多年前，既没有起重设备又无现代的那种水下打桩机，那些高大的石桥墩和铺在桥面上的大石块，是怎样在波涛汹涌的河面上架起来的呢？原来是靠人的智慧和潮汐的威力！

洛阳江上的这座大桥正好处在江海汇合处，海潮时起时落，看起来增加了架桥的困难，但建桥工匠正是巧妙地利用了潮汐涨落的能量，架起了这座举世闻名的洛阳桥。建桥的工匠们首先把凿好的石块用滚木一类的运输工业搬运到停泊在沙滩上的木筏上，乘涨潮时，载着石块的木筏浮起在水面上，工匠们抓紧时机把载有巨石的木筏运到施工现场，并利用高潮水位使木筏上升，即“水涨筏高”，然后，随潮位下降，石块就慢慢落在预定的位置上。潮汐的涨落，竟充当了石块的起重机，它也充分表现出了潮汐的能量！巧不巧？！

八、潮汐在军事上的应用

潮汐能在军事上也发挥过重要作用。最值得一提的是明朝著名军事家郑成功利用潮汐收复台湾的故事。当时台湾被荷兰殖民者侵占。

1661年4月20日中午，郑成功率领二万五千官兵乘大小战船几百艘，由金门出发横渡波涛汹涌的台湾海峡，经过一天航行，到达澎湖列岛，准备从台南地带的海岸登陆，而荷兰人曾在海岸建造了许多炮台，把守着战船必要的“南航道”和“北航道”。但封锁北航道的炮台1656年7月受暴风袭击倒塌，荷兰侵略军就把损坏的破船深入北航道，使船只难以通行。荷兰人认定郑成功不可能从北航道登陆，因此未加防范。

郑成功却熟悉潮汐规律，他出敌不意，偏从此航道进军。北航道退潮时水深不到1丈，但涨潮时水深可达1丈四五尺（相当于4~5米），几乎大小战船都可以通过。因此，1661年4月30日，郑成功命令官兵天亮时把船队开到此航道的鹿耳门港外等待，几小时后，潮水开始上涨，达几尺之高。全军在不到两小时内，大小战船全部通过北航道，顺利登上了台湾岛。登陆后经过了9个月的战斗，终于在1662年2月1日迫使荷兰军投降。

九、潮汐发电

我国有 18000 公里的海岸线，惊涛拍岸的潮汐，每年至少蕴藏着 1 亿 1 千万千瓦的能量。但在过去，潮汐除在少数地方用来推动水磨加工粮食外，绝大部分的潮汐能都寂寞地与日月为伴，白白的消耗了。只是到了近代，发明了电机和水力发电机后，潮汐能的应用才翻开了新的一页。

潮汐能同样可以发电，其原理和人力发电相同，都是用水力驱动水轮机发电。

世界上最早建成的潮汐发电站是 1912 年在德国布苏姆建立的潮汐发电站。日本第二次世界大战之前在朝鲜仁川首次实现了潮汐发电，仁川的潮汐落差达 10 米左右，有巨大的潮汐能。

1966 年，法国建成了朗斯潮汐电站，装机容量为 24 万千瓦。是目前世界上规模最大的潮汐发电机。

1985 年 12 月，我国在浙江省乐清北部的温岭县内建造了一座江厦潮汐发电站。发电功率仅次于法国的朗斯潮汐发电站和加拿大的安娜波利斯潮汐发电站，自 1986 年以来，已发电数万千瓦小时。

潮汐发电，从原理上来说，也是利用水流去冲击水轮机，带动发电机转动发电。但因为潮汐有涨有落，并不像水库中蓄积的水那样，有固定的水位，所以潮汐发电的设计，又表现出了它独特的思路和创造，以江厦潮汐发电站为例，它所在的海湾，潮汐涨落之差可达 8.4 米，工人们在港湾的狭窄处筑起一座长 670 米，宽 5 米，高 16 米的水坝。然后在高坝中间安装一排排水力发电机。当海水涨潮时，潮水从海湾内涌进，推动着坝上的水力发电机发电。而当落潮时，滞留在港湾内的海水水位比港湾外海面的水位要高。因此，开闸让海水又从坝中向海中流去，再冲击水力发电机发电。这样，海水一涨一落，就像左右开弓一样驱动着水坝上的水力发电机，既不用石油，也不用煤炭，而是靠“老天爷”（太阳和月球的引力）来发电

十、涌动不息的海洋波浪

在海洋中，还有一种和潮汐一样永不停息的波浪，它是由风力引起海水周期性上下涌动的海浪，其中也蕴藏着巨大的能量，科学家们计算，平均每平方公里的海面上，波浪产生的能量可达到每秒种 20 万千瓦。

瑞典哥德堡哈利迈尔大学的研究人员，从 80 年代初开始，进行了长达 6 年的海浪研究，他们在太平洋南部的海洋中，记录到了高达 24.9 米的海浪，经过计算后，他们惊异地发现，这种海浪在 20 秒钟内能产生 7 万千瓦的电能，可供 17 万千户高耗电的德国家庭使用一年。

海浪的威力的确惊人。在荷兰的阿姆斯特丹港，曾发生海浪把一个 20 吨重的混凝土块举到 7 米高的空中的奇迹。

因为海浪是由风引起的，因此风越大，海浪也越高。既然海浪中蕴藏着如此巨大的能量，科学家们就总想用它为人类造福。但是在发电机普及之前，这一愿望始终未能成为现实。

自从有了水力发电之后，人们立刻打开了思路，加上海上导航灯塔的守塔人员饱受用煤气灯不方便之苦，迫切希望用不怕风吹雨打的电灯来照明导航，利用海浪发电的设想就应运而生。

1964 年，这一愿望首先在日本实现，制成了世界上第一盏使用海浪发电的航标灯。但当时，这海浪发电机发出的电能仅 60 瓦，只够一个灯泡用来照

明。不过，这盏海浪发电航标灯非同小可，它为解放单独寂寞的塔灯值班人员开辟了道路。从那以后，在大海航道上不断增添了不用人看守的灯塔。

海浪发电首先在日本毫不奇怪，因为日本是一个岛国，它的海岸线长达 13 万公里，四周围着这么长的海岸线的海面，到处是取之不尽的海浪能。而日本的能源又非常紧张。可以想象得到，日本决不会仅仅满足于航标灯使用海浪发电的成绩。

从 1947 年开始，日本海洋科技中心进行了大型海浪发电装置的研究。并于 1978 年~1979 年在山形县鹤岗市由良海域建造了一艘大型海浪发电船“海明”号，年发电量可达 19 万千瓦小时。这座海浪发电船长 80 米，宽 12 米，重 788 吨。船体像一个无底的箱子倒扣在海面上。在船内的空气当海浪上下起伏时受到压缩，使空气压力增加，有点像打气筒向车胎内打气的过程。被海浪压缩的空气高速喷向空气涡轮机驱动它旋转，再带动发电机发电。

1988 年，日本在千叶县九十九里町片贝海岸又建了一种新式的风浪发电装置，发电功率为 30 千瓦。这种发电装置由波能吸引器、送气管、恒压罐和压缩空气发电机组组成。它的特点是恒压罐能使压缩空气经恒压处理后再送入压缩空气发电机，得到稳定的优质电力，克服了老式海浪发电装置发电不稳定的缺点。

1985 年，前苏联莫斯科动力科研所也成功地建造了一个重力波浪发电站。除为海上浮标照明供电外，还为船上的蓄电池和海边的村落供电。这种重力波浪发电装置能抗击狂风的袭击。其工作原理是利用海浪冲击浮在海面上的一个空心钢球，当钢球从浪峰上落下时，以自身的重量压向平台，迫使和它相接的连杆朝相反的方向运动，以此方法获得动能然后再转变成电能。电能可以通过导线输送到远方，改变了过去对海洋能只能就地使用“不靠海吃不了海”的局限性。

目前，世界上凡是有海岸线的国家都在研究利用海浪发电。我国科学院广州能源研究所 1986 年 1 月，在香港举办的“广东省经济贸易展览会”上，展出一种海浪发电装置，已进入国际市场。这种海浪发电装置可为海洋航标灯及海洋水文、气象自动遥测浮标提供电能，重量仅 16.5 公斤。

1990 年，我国建立了一座试验性海浪发电站。现在正在筹建 20 千瓦的海浪发电站。预计不久的将来，海浪提供的洁净能源将为我们效力。

十一、温差之间找能源

海洋学家早已知道，海洋的深层水，温度低而且稳定，当水深达到 300~500 米时，水温在 2~5 之间，而且终年不变。而海水表层温度就要高些，在地球南纬 30 和北纬 35 之间的许多海域，表层水温有时可达 25~28，当表层水和深层水的温度超过 17 时，就可以利用这种温度差使氟利昂或氨等低沸点物质变成蒸汽，再用蒸汽驱动涡轮发电机发电。据海洋学家估计，全世界海洋中的温度差所能产生的能量达 20 亿千瓦。

早在 1881 年 9 月，巴黎生物物理学家德·阿松瓦尔就提出利用海洋温差发电的设想。他在一本著作中指出：“只要把一个蒸汽锅炉放到 30 的温泉中，再用 15 的自来水把一个与之相连的冷凝器灌满，就会产生 15 的温差。这时，如果用含稀硫酸的水灌满锅炉，并加热到 30 的锅炉中就会产生有 343 厘米水银汞柱高的蒸汽压，而冷凝器内的压力约为 206 厘米，这一压

力差足可以推动发电机发电。

1926年11月15日，法国科学家建立了一个实验温差发电站，证实了阿松瓦尔的设想具有现实可能性，并且用一台小发电机持续发出了3瓦功率的电力。1930年，阿松瓦尔的学生克洛德在古巴附近的海中建造了一座海水温差发电站，可惜它不久就被风暴摧毁。

70年代，美国在维尔京群岛用氟里昂和氨作介质，利用25~28℃的表层海水和2~5℃的深层水的温差，使氟里昂和氨变成蒸汽，推动涡轮发电机。1979年，美国又把发电能力为50千瓦的温差发电机建在一艘停泊在夏威夷海面的驳船上，然后用5根取水管从600米左右的深水中吸的低温水，以便和表层水形成温差源。

尽管为解决石油短缺的困难，美国下决心利用海洋温差能，但目前这种发电方法成本仍然太高，难以实现商业应用。

温差发电的过程大致是：由一台冷凝器、一台汽化器、一个泵和一台涡轮机组成一个类似电冰箱的封闭系统，在这个系统中注入氟里昂和氨等低温点物质，冷凝器起热交换作用。液态的氟里昂从冷凝器流入汽化器，汽化器因被表层高温海水加热而使氟里昂变成蒸汽，蒸汽再驱动发电机发电。然后，蒸汽被泵抽到冷凝器中，由于冷凝器总是用深层的低温水冷却，所以气压的氟里昂回到冷凝器后，就又变成液体，液体氟里昂再泵入汽化器，如此循环不已，完成连续发电的过程。

十二、奇异的海流能

在海洋中，除潮汐、海浪外，还有一种不易察觉的海流动力。它曾创造出许多动人的故事。1856年，在大西洋比斯开湾的海滩上，一艘双桅帆船上的水手们偶尔拾到一个外面涂满沥青的椰子壳。打开椰壳，里面是一张写满了字的羊皮纸。但在羊皮纸上记录的内容，却是1498年著名的航海家哥伦布在航行中写给西班牙国王和王后的一份报告书。记述了和他同行的一艘帆船沉没了，另一艘帆船上的船员又不听他的指挥“造返”了。哥伦布当时想借海流将装在椰子壳中的报告传送到国王手中，向国内报告这一事件，谁知报告并没有流到西班牙，而是流到比斯开湾的海滩上，在那里沉睡了358年之久。

航海的人和渔民，早就知道海洋中有海流这种动力存在。但对海流的规律并没有完全掌握。因此，利用海流作通信手段，十有八九会使收信人得不到信息。

海流还经常制造一些吸引人的新闻，例如，美国《纽约时报》1992年9月27日就报道了一件由海流“制造”出来的新闻。说的是两年前的1990年5月27日，一艘叫“汉萨卡里尔”号的货船在从南朝鲜海域驶往西北太平洋途中，因遇到风暴，甲板上的5个集装箱葬身海水，这5个箱内有8万双“耐克”鞋也就“付之海流”，损失惨重，当时，大概谁也不抱希望能再见到这批“耐克”鞋了。

可是，从那以后，从加拿大的不列颠哥伦比亚省到美国的俄勒冈州沿岸，以及远至太平洋中部的夏威夷海滩上，不断出现数以千计的各式“耐克”鞋。

有两位海洋学家，即西雅图物理海洋探测公司的柯蒂斯·埃布斯迈耶和詹姆斯·因格拉厄姆，听到这个消息后，便开始沿岸收集这些漂洋过海的“耐

克”鞋，收集到的鞋只达 1300 只。

这些鞋证实了海流的确存在。由于许多“耐克”鞋是能漂浮的，因此一些海洋学家预言，如果以往有关太平洋中海流的学说是正确的，几年之后，有些耐克鞋将漂到日本和亚洲的海岸。

海流在海洋中不像陆地上的河流有明确的两岸，但是却像河流一样有比较固定的流动路线，因此才称为“海流”。海洋学家已经知道，世界上最大的海流有几百公里宽，上万公里长。例如，在北半球的中纬度海区里，被海上盛行的西风驱动着的海水，就形成自西向东的北大西洋海流和北太平洋海流，在遇到海洋东岸后，又各自分成向南和向北的两个支流。在南半球的中纬度海区里，由于西风盛行，加上这一海域自西向东时没有海岸的阻挡，就形成了绕地球一周的超万里的南极环极流。

因此以往许多人利用几百公里宽和上万公里长的海流来投递信件的做法，实际上很少成功。

不过，海洋学家还另有打算，他们大量往海洋中投掷椰子壳或其他密封水瓶，里面放进卡片，写明投掷时间和地点，并注明要求拾得者填写拾到卡片的时间和地点，以便根据这些资料了解海流的方向、路线和速度。

例如，据记载，在 1894 年～1897 年的三年中，人们往海洋中投放过 3500 多个漂流瓶。1899 年，有人在阿拉斯加海投放的漂流瓶，经过 6 年时间，漂流了 4000 多公里流到了冰岛沿岸，这就说明，这个海域的海水平均每天流 1.8 公里。1962 年 6 月 20 日，还有人在澳大利亚的皮尔斯投放了一批漂流瓶，经过大约 5 年，有一些漂流瓶流到了美国东海岸的佛罗里达州的迈阿密海岸。科学家们分析，这些漂流瓶是绕过好望角沿非洲西岸北上然后横流大西洋，途中经巴西、墨西哥湾，穿过佛罗里达海峡到达迈阿密沿岸的。流程 21000 公里，平均每天流动 14.4 公里。

由于海流对海洋中的许多物理、化学、生物过程和地质过程及海洋气候变化都有影响。因此很受海洋学家的重视。研究海流的规律，对渔业生产、航运、排除污染和军事都有重要意义。它作为一种特殊的动力正日益受到人类的关注。

第三章热能变成机械能的坎坷历程

自从 18 世纪末 19 世纪初兰福特·迈亚和焦耳等人发现能量转换和守恒定律之后，人类开始致力于实现热能转化成机械能来代替人力和畜力的历史性转变。在漫长的探索过程中，最终完成这一能源动力应用史上的划时代转变的是以巴本和瓦特为代表的一代科学家。

一、赫伦的空心汽球

据历史记载，公元 1 世纪左右，希腊的发明家赫伦制作过一种用蒸汽推动的“空心汽动圆球”，这种装置可以称得上是最早使热能转变成机械能的“蒸汽机”。

赫伦制作的空心汽动圆球的结构不复杂，他把一根轴穿在空心圆球中，架在一个支架上，使空心球能自由旋转。在球的两级位置装有端部弯曲的细管，再在球内装满水。然后就可以在球的下方烧火，使球内的水加热变成蒸

汽。蒸汽从球两极上的弯管喷出后，其反作用力就使圆球旋转。

这种汽动空心圆球作为玩具，可以说设计得很巧妙，但无法作为动力来使用。大概当时还没有用蒸汽力来获得机械能来作动力的这种设想和社会要求，所以在赫伦制造空心汽动圆球后的很长一段时期，没有出现过利用蒸汽动力的研究。

直到 17 世纪，随着工业逐渐发展，人力和畜力已经不能满足生产的发展了，于是才开始出现了研究蒸汽动力的新纪元。

1663 年，英国乌斯塔地区有一位叫撒马泽特的庄园主发明了一种利用蒸汽作动力的抽水装置，并获得了英国专利。他的这项发明是利用蒸汽在变成水时体积会缩小的原理，使装置内出现真空而抽水的，装置内既无气缸也无活塞，完全靠大气的压力和真空之间的压差抽吸水，所以力量很小，抽水效率低，还经常发生蒸汽压力过大时引起的爆炸事故，加上烧蒸汽时燃料的消耗很大。所以这种产品虽然获得专利，终因“声名浪藉”而“消声匿迹”。

二、巴本独辟蹊径

撒马泽特的蒸汽抽水机虽然由于“毛病”太多而失宠，但 17 世纪的欧洲，许多国家的各种工业规模越来越大，如采矿业中，挖的矿井越来越深，地下水不断往外冒，这样，不仅搬运矿石需要的人力越来越多，排除地下水所需的人力畜力也越来越多。经常要用几十匹骡马或牛配上几十名工人，昼夜不停地用吊斗把地下水拉上来。因此，用蒸汽代替畜力和人力去把地下水抽出来的设想愈来愈吸引人。从事蒸汽机研究的人也越来越多。

这一时期，法国的巴本（1647～1712 年）也迷上了蒸汽。他本是一个医生。一次他为了使骨头快点煮烂，自制了一个高压锅。为了安全起见，他又在锅盖上装了一个安全阀，锅内压力一大，蒸汽就推动安全阀喷出来（和我们现代用的煮饭高压锅的原理一样），巴本看到自己“杰作”十分得意，对蒸汽的研究更入迷了。

1690 年，巴本经过多次实验，制造了一个有活塞的圆筒，在圆筒内放上水，然后把水烧开，产生蒸汽，蒸汽就把活塞推上去。等活塞推到圆筒顶时，再撤掉烧水的火，等圆筒里的蒸汽冷下来后，压力就降低了，于是靠大气的压力又把活塞压下来。活塞这样一上一下，带动井架上的绳子和滑车，把一桶水提上来。

巴本的这台最原始的蒸汽机缺点很多，最要命的是要一会儿烧火，一会儿停火，提一桶地下水要等老半天，效率仍然太低。但不管怎样，巴本的蒸汽机为后来的蒸汽机奠定了基础，所以他的功劳是不应磨灭的。

三、赛维利和纽科门锦上添花

1698 年，英国人赛维利觉得巴本的蒸汽机操作起来的确烦人。他认为巴本的设计不合理，尤其是那个圆筒既是锅炉，又是冷凝器，还兼烧缸。所以不得不一会儿烧火一会儿停火。赛维利为了克服这个缺点，决定把兼锅炉、汽缸冷凝器于一身的那个圆筒改造一下，在中间安上一个阀门，打开阀门时，蒸汽就可以充满汽缸推动活塞向上。关上阀门，就能停止供给蒸汽，再用一个水龙头在汽缸上浇冷水使蒸汽冷凝成水，汽缸内压力小了，活塞又被大气