

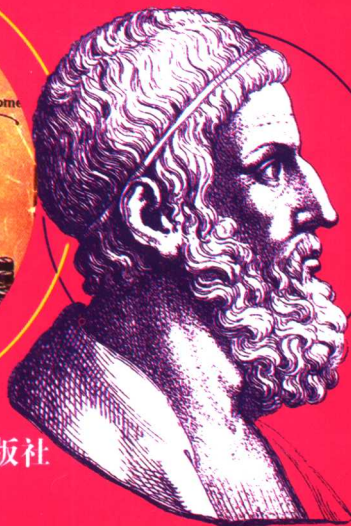
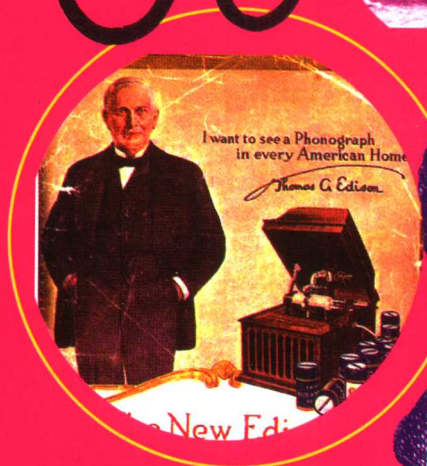
科学知识大课堂

KEXUEZHISHIDAKETANG



科学的楷模

KEXUEDEKAIMO



延边大学出版社

科学知识大课堂之三

科学的楷模

主编 李 楠 金昌海 崔今淑

延边大学出版社

目 录

一	开天辟地	(1)
	近代化学的奠基人波义耳	(1)
	瓦特奠基工业文明	(10)
	莫兹利开拓人类机器时代	(20)
	新时代的开创者爱迪生	(31)
	电话的发明者贝尔	(48)
	“四轮革命家”亨利·福特	(59)
	莱特兄弟开创航空时代	(71)
	20 世纪天体物理学的开拓者海尔	(82)
	免疫化学的奠基人兰德斯坦纳	(93)
二	青史留名	(108)
	“巧思绝世”的机械发明家马钧	(108)
	中古时代的天文学巨星郭守敬	(118)
	伟大的博物医学家李时珍	(133)
	病菌的克星科赫	(146)
	宇航之父齐奥尔科夫斯基	(159)
	星系天文学之父哈勃	(173)
三	不朽丰碑	(188)
	攀登数学高峰的华罗庚	(188)
	自尊中崛起的科学家李远哲	(203)
	阿基米德用杠杆撬起地球	(212)
	达尔文创立生物进化论	(227)

❖ 科学知识大课堂 ❖

巴斯德与病菌作战	(245)
研究昆虫的法布尔	(261)
生理学天才巴甫洛夫	(270)
细胞化学鼻祖科塞尔	(276)
人工降雨的发明者兰米尔	(279)
千年绝症的掘墓人瓦克斯曼	(285)
研究宇宙的化学家尤里	(289)
生物化学界的奇女霍奇金夫人	(295)
“不务正业”的化学家福井谦一	(303)

一 开天辟地

近代化学的奠基人波义耳

在三百多年化学科学发展的历史上，波义耳是一位名列榜首的化学家。因为，他第一个用实验事实科学地阐明了化学元素的本性，从而使化学走向了科学的道路。波义耳是怎样一个人？他是如何做出这样重大贡献的呢？

自幼酷爱科学

如果翻开那些大科学家们的历史看一看，你一定会发现，他们大都是从小就勤奋学习、酷爱科学的人。英国著名化学家、物理学家波义耳，就是其中的一个。

1627年1月25日，波义耳生于爱尔兰的利斯莫尔城堡。父亲理查德·波义耳，是爱尔兰首府科克郡的伯爵，是个有名的大富翁，共有14个儿女。罗伯特·波义耳是这14个儿女中最小的一个，但在儿子的行列中他是第7位。别看他在这个贵族家庭中排名位置不佳，可自幼就表现出非凡的记忆力和语言才能，有“神童”之称。8岁那年，他结束家庭的初级教育去伊顿上学时，就已经能用希腊文和拉丁文讲话了。在那所贵族子弟学校里，他是一个出色的学生，对自然科学有着极浓厚的兴趣。

他的父亲是个对孩子很严厉的人，但对小儿子想搞科学的愿望很支持。他常对罗伯特·波义耳说：“你要想成为一个科学家，就必须得努力学习。”为此，他给儿子聘请了优秀的家庭教

师。

罗伯特·波义耳在伊顿学习到12岁，以后便由家庭教师陪同，到法国、意大利、瑞士等国游学。在这期间，他学习了天文学家伽利略的著作、数学家笛卡儿的著作以及大量的化学、医学、哲学等方面的书籍。在日内瓦，他还受到宗教的感化，但他没有因此反对科学，却认为科学能支持“神的启示”。

1644年，17岁的波义耳回国时，他的父亲已在战争中死亡，给他留下了一份足够他维持生活的遗产。父亲去世后，在家里支持他搞科学的，就算是他的姐姐雷尼拉夫人了。

豪华住宅变成了实验室

在姐姐雷尼拉夫人的家里，经常有一些科学家、文学家、哲学家在一起聚会，讨论学术方面的问题，气氛十分热烈。波义耳回到伦敦后，也成了这种聚会的积极参与者。

法国著名的数学家和哲学家勒内·笛卡儿是雷尼拉夫夫人家里的座上宾。他也常来参加聚会，并且成了年轻的波义耳辩论的对手。笛卡儿的最大贡献是创立了“解析几何学”。在哲学方面，他主张理论至上，认为清晰明白的概念就是真理。这种错误主张，在当时还得到了许多学者的赞同。

波义耳不同意这种观点，他对这位年长且有很高名望的大学者说：“您把理性放在高于一切的位置是不对的，科学应该是实验科学，理性应该是来自实验。”他特别赞同英国哲学家培根的观点，即“真正的知识，应该建立在实验研究方法的基础上”，“一个哲学家，不应该像蜘蛛一样，把理性花在搞阴谋诡计上；他应该像蜜蜂一样，搜集事实，靠思维把它们酿成蜜。”

波义耳与笛卡儿的学术辩论，一直持续了好几天。在辩论中，还涉及到关于物质的组成问题。当时流行的有毕达哥拉斯的“四元素说”，即物质都是由火、水、气和土四种元素所组成的；

还有帕拉塞斯的“三元素说”，即物质是由硫、汞和盐三种元素所组成。波义耳对这两种学说，都持怀疑态度。可是，如何解决这样重大的科学问题呢？他认为：“空谈无济于事，实验决定一切。”为实验方便，他要建立自己的实验室。

波义耳虽出身于贵族家庭，但从不求豪华享乐的生活，把钱都用在了科学事业上。现在，他要筹建自己的实验室时，立刻就想到斯泰尔桥这个地方。这里是他继承的遗产。他决定把豪华的建筑加以改建，变成实验室，自己的卧室、图书馆也安排在这里。

经过紧张的筹建、施工，实验室于1645年底便建成并开始使用了。

这个实验室的设备相当不错。波义耳还配备了几位助手和技术人员。在这里，他进行了大量的化学及物理学方面的实验。他的实验室还是对外开放的，社会上的化学和物理学爱好者，都可以来这里进行实验研究。不久，这里便成了一个引人注目的实验研究中心。

在化学研究中，波义耳对物质的组成探讨最为深入，成果也最为突出。1661年出版的化学名著《怀疑派化学家》，就是他关于物质组成的成功之作，也是化学发展史上的一个重要里程碑。

怀疑派化学家

《怀疑派化学家》这本书，是采用朋友之间对话的形式写成的。书里的人物共有四位。一位是怀疑派化学家，他代表了波义耳本人的观点；一位是逍遥派化学家，他代表“四元素说”的观点；一位是医药派化学家，他是“三元素说”的代表；还有一位是中立派化学家，他在争论中保持中立。有一天，四位朋友在长尼兹的花园中相会，便讨论起“元素”问题。

逍遥派化学家的观点是，宇宙万物都是由土、水、气和火四

种元素所组成。这四种元素又是由四种物性即冷、热、干、湿，两两结合成的。冷与干结合成土；湿与冷结合成水；热与湿结合成气（风）；干与热结合成火。四种元素按不同比例结合，就形成各种各样的物质。这样，只要改变四元素的比例，普通金属也能变成黄金。

医药派化学家则认为，万物都是由硫、汞（水银）、盐三种元素按不同比例组成的。认为汞是一切金属的本质，硫是一切可燃物所共有的，硫与汞结合可以得到各种金属。普通金属与黄金、白银的差别，就在于含硫、汞的比例不同和纯度不同。如果找到一种“哲人石”，就可以把金属中的下贱成分除掉，使普通金属变为金、银。

这两派的观点，虽说法不同，但本质上是一样的，他们都为炼金术士们提供了“理论”依据。今天听来这些十分可笑的错误观点，在波义耳时代，却是极为盛行的。

代表波义耳的怀疑派化学家，以大量的实验事实驳斥了他们的观点。波义耳举出了黄金的例子。他说：黄金不怕火烧，经过烈火也未见黄金分解，更没分解出硫、汞和盐，也不可能含有土、水、气和火。但黄金可以跟其他金属形成合金，也可以用王水溶解，溶解后再经处理，底层就会沉淀出一层金粉，其数量和性质跟原来溶解的黄金一样。这说明黄金无论经过什么化学反应，黄金的微粒是不变的。他还举出水银的实验、铜的实验来说明这个观点。

怀疑派化学家在这里还批驳了“火能使复杂物质分解为元素”的说法。他说：砂子和碱混合熔化，会生成透明的玻璃，但玻璃不会再被火分解成原来的物质或更简单的物质。在他列举出许多事实之后，得出的结论是：“化学家从来也没有证明，化合物能通过化学分析正好分解出三种可以当作元素的特定物

质。”他断言，物质的形成是复杂的，“四元素说”、“三元素说”都是错误的，就像一个人只认识三四个密码，却要破译一本用大量密码写成的书，这是不可能的。

从大量实验事实出发，他给元素下了一个明确的定义。他说：“我指的元素，应当是不由其他任何物质所构成的原始的、简单的、纯净的物质”，“是具有确定性质的、实在的、可觉察到的实物，是用一般化学方法不能再分解的最简单的实物。”

从现代观点看，他说的元素就是单质。尽管如此，在当时，波义耳关于元素的论证，有力地批判了炼金术士们陈旧的、唯心的元素观，使化学研究走向了科学的道路。

继 1661 年《怀疑派化学家》这一名著发表之后，第二年，他又发表了以他的名字命名的“波义耳定律”。

波义耳定律的发现

波义耳不仅是一位杰出的实验化学家，还是一位出色的实验物理学家。在物理学方面，使他最感兴趣的，是气体的研究。

首先，他注意到气体有弹性，即可被压缩，液体蒸发时，蒸汽会弥散在整个空间。这使他得出一个合理的推论，那就是气体是由保持一定距离的小微粒组成的。气体有弹性，就是微粒间的距离可大可小。

他还用一个抽掉空气的圆筒，第一次证明一块铅和一根羽毛在没有空气阻力时会同时着地。这正是伽利略的自由落体定律：一切物体在真空中下落的速度相等，而与物体重量无关。

当他知道葛利克制成了研究气体的设备空气抽气机后，便在助手虎克的协助下，自行设计制成了效率更高的抽气泵。这种抽气泵得到的真空，被叫做“波义耳真空”。

利用自制的抽气泵，波义耳多次做了气体的体积与压力有关的实验。在波义耳之前，意大利的科学家托赛利，于 1643 年就

做过空气有压力的实验，但未能发现气体体积与压力之间的定量关系。波义耳就是要在前人的基础上，深入探究这样的问题。

他的实验清楚而有趣地表明：气体的体积与压力是成反比的。当压力增大一倍，体积就减少一半；当压力减少一半，体积又增大一倍。这是他用多种方法、多次实验，通过细心测量得出的结论。不论在压力高于大气压，还是压力低于大气压的情况下，都是如此。这就是著名的波义耳定律，它是1662年物理学上的重大发现。1676年，法国物理学家马略特也发表了一篇文章，说明气体体积与压力成反比的定量关系。所以，这一定律也称波义耳-马略特定律。

在波义耳定律发表的第二年，即1663年，世界知名的英国皇家学会成立了。波义耳被一致选举为该会会员。这时的波义耳名声愈来愈大，到处受到尊敬。不少公司请他任职，甚至还经常应邀入宫。但是，这一切荣耀丝毫也没有引起波义耳的关注，他所全力关注的还是科学事业。这时正是他创造力的极盛时期，一篇接一篇的科学论著，不断发表出来。

1664年，他发表了《关于颜色的试验和思考》；1665年，《酸碱假设的思考》问世；后来，还出版了《矿泉水的自然史简编》。这些都是波义耳在分析化学方面的重大贡献。

紫罗兰变色引发的思考

一天，在波义耳的实验室里，一束深紫色的、非常漂亮的紫罗兰忽然冒起烟来。走近一看，原来是做实验用的浓盐酸溅到花上了。波义耳立即拿起花束，放在水里清洗。结果，魔术般的奇迹发生了！紫罗兰变成红色，成了“红罗兰”。

这一偶然发现，却引起了波义耳的认真思考：紫罗兰若遇到其他的酸溶液，会不会也有这种现象呢？如果不是紫罗兰而是其他有色植物呢？如果有色植物遇到的不是酸，而是酸的对立物

——碱，又会有什么结果呢？

波义耳解决这一连串问题的惟一办法，就是实验。于是，他让助手们离开实验室，去花园、去田野搜集各种有色植物。当助手们回来的时候，实验室几乎变成一座花房。这里不仅有上好的紫罗兰，还有玫瑰、樱草、洋红、石蕊、姜黄、苏木、五倍子等等。波义耳和他的助手们先把这些有色植物的浆汁浸渍出来，再将浸液分别与酸、碱作用。有的只在酸作用下变色，有的则遇碱才改变颜色。最有趣的是，紫色的石蕊浸液遇酸变红，遇碱则变蓝。这样一来，不就可以用这些植物浸液来辨认什么是酸，什么是碱了吗？这些浸液就是酸碱指示剂。为了使用方便，波义耳还想出了用吸收浸液后又烤干的纸，来检验酸碱的办法。至今还在使用的石蕊试纸，就是当年波义耳的发明。

在这项研究中，他还进一步了解到，除酸碱反应外，还有许多化学反应可以生成有颜色的物质。利用这些颜色的变化，就可以检验更多的物质。例如，硝酸银溶液与盐酸相遇，就会产生白色沉淀（即氯化银，当时波义耳称它为“月牙”）。碳酸钾溶液（植物中的碱）与氯化汞作用，则产生黄色沉淀。铜盐溶液中加入氨水，蓝色就会明显变深，如果蘸点铜盐在火上烧一烧，火焰就会呈现绿色，等等。

分析化学，就是检验分析物质的成分和含量的。波义耳的上述发现，为分析化学的发展打下了很好的基础。所以，人们都尊敬地称他是分析化学的奠基人。

一个科学家，哪怕是一个最伟大的科学家，在科学工作上，也不可能没有缺点和错误。波义耳在研究燃烧现象时所提出的“火微粒说”，就是一例。

错误的“火微粒说”

波义耳的燃烧实验，最初是同虎克共同完成的。虎克是波义

耳的最得力的助手，也是一位出色的物理学家。年轻时曾在牛津基督教堂当过合唱队员，后来做科学研究工作，他研究弹性物体发现了著名的“虎克定律”。他自称发现万有引力定律比牛顿还要早。1666年伦敦大火后，他参加了伦敦的重建工作，担任测量检查员，发了大财。他把大量钱财紧锁在铁箱里，死后才被人发现。他一生发明了许多科学仪器和设备。波义耳实验室里那个可以抽真空的空气泵，就是他协助波义耳设计制造的。利用这个空气泵，不仅做了大量的气体压力的实验，从而发现了波义耳定律，还做过许多有关燃烧的实验。

硫黄在空气中燃烧，会产生蓝色火焰。可是，当用空气泵把玻璃罩内的空气抽走，硫黄受热却只见冒烟不见着火。蜡烛的火焰、氢气的火焰，离开空气也会熄灭。这说明，空气是物质燃烧不可缺少的。

但是，后来波义耳研究火药燃烧时，却发现了意外的情况。火药在真空中放置的红热铁板上，却能燃烧很久，且不发生爆炸。怎么回事？没有空气也能燃烧吗？是不是制火药的硝石中混进了空气呢？于是，他改用在真空中结晶的硝石制成的火药，得到了同样的实验结果。由此他得出的结论是：与硝石混合的物质，在没有空气时也能燃烧，是因为硝石受热时可以得到“与空气相似的活化气体”。他这里说的“活化气体”就是现在说的氧气。当时，他只是说明了燃烧需要空气或“与空气相似的气体”，但却没弄清，空气或“与空气相似的气体”在燃烧时究竟起了什么作用。

正因为如此，他不了解燃烧的本质，才导致他在解释金属燃烧后增重这一现象时，提出了一个错误的“火微粒说”。

波义耳亲自做了锡燃烧的实验，并通过称量，确知燃烧后生成的灰渣比原来的锡更重了。他认为，这是“火微粒”通过烧

瓶的玻璃，被金属吸收了。在这里，他错误地把火当成了一种实实在在的有重量的物质。在他的题为《固定火焰并使之可称的新实验》论文中，就提出了这样一个公式：

$$\text{金属} + \text{火微粒} = \text{金属灰渣}$$

火是发光放热的一种现象，并非有重量的物质，波义耳产生这种把火看作物质的错误原因，就在于他在实验中只注意到燃烧物金属的重量变化，却忽视了在燃烧物周围的空气有没有变化。这真是“智者千虑，必有一失”。

尽管波义耳的科学观点也有错误之处，但从他一生的科学业绩来看，仍不失是一位伟大的科学家。他在化学、物理学以及哲学方面，都为人类做出了重大贡献。正因为这样，1680年，英国皇家学会推举他担任主席。但是，一向不贪求名誉的波义耳，却谢绝了这个崇高的荣誉。他所希望的是有一个平静的晚年。

波义耳的晚年

波义耳的晚年似乎比别人来得更早一些，因为他的身体素质一直不好，年轻时就经常搜集药方给自己配药。他身上还常常带着温度计，随气温的变化，及时更换衣服。他终生未婚，书和实验室就是他的生活伴侣。53岁的波义耳身体健康已有明显恶化，难以正常工作了。他不得不离开实验室，搬到祖传的庄园去住。

在庄园的日子里，他并没有完全休息。他总结自己35年的科学研究工作，写了不少著作。他还花了不少时间研究哲学和神学，而且写出一些有影响的哲学和宗教论文。

晚年时期的波义耳宗教思想日益浓厚。为研究圣经，他曾学习过希伯来语；为宗教的发展，他还资助在东方的传教活动。

1691年12月30日，64岁的波义耳在伦敦逝世，死后他留下了一大笔财产。根据本人遗嘱，这笔巨款用于举办以传播宗教为内容的“波义耳讲座”。但是，他死后留给人们的真正财富不

是金钱，而是用他一生的努力所形成的丰富的科学成就。是他提出了科学的元素概念，才宣告了“炼金时代”的结束，开辟了化学作为一门独立科学的新纪元。

瓦特奠基工业文明

据说，瓦特是由于发现水在沸腾时顶起了壶盖，受到了启发，想到要利用蒸汽作动力而发明蒸汽机。其实这是一个不很确实的说法。在瓦特之前，就有很多人研究过利用蒸汽作动力的机械，并且已经有了抽水用的蒸汽机。瓦特最卓越的贡献是他发明了蒸汽机的外冷凝器，大大提高了蒸汽机的效率，同时还发明了把蒸汽机的往复运动变为回转运动的机构，使蒸汽机成为普遍应用的动力机。正是这种动力机，为人类开辟了一个崭新的时代，即蒸汽动力时代。瓦特因此而被称之为工业文明的开拓者和奠基人。

仪器修理工

1736年，瓦特出生于英国当时的造船业中心格拉斯哥市附近的格林诺克镇。父亲是一个有经验的造船木工，祖父和叔父也都是机械工人。瓦特从小体弱多病，而且由于家境贫苦，少年时代的瓦特，不能按期上学，没有受到系统的学校教育。由于身体不太好，行动十分稳重的小瓦特，曾一度被认为是一个“愚钝而不聪明的人”。瓦特的母亲是一位智力过人的聪明女人，他成为瓦特的启蒙老师。瓦特跟这样一位天才的母亲学习文学和有关知识。13岁时，瓦特开始学习数学，15岁时，又学习了《物理学原理》，这时的瓦特已开始显露出自己的天才。

瓦特的少年时代，基本上是在父亲所在的工场里度过的，并和手工劳动结下了不解之缘，这无疑决定了他以后的发展方向。

瓦特跟随父亲劳动的车间，主要是制造船舶所需的装备，制作船舶等所需的各种小型木工器具，或进行船头装饰的雕刻，制作跑架、滑车、泵、轱辘等。对瓦特来说，这里是一个最好的学校。在劳动中，他不仅用手，而且注意开动脑筋，留心各种各样的事情，如扛料时为什么左肩上用条木棒托住后部便省力些？为什么拉锯时用力要均匀、姿势要摆正？等等。在这所特殊的学校里，少年瓦特不但学会了操纵机械或使用器具，学到了作为一名精密机械工所应掌握的各种技能，而且获得了丰富的关于机械的感性知识，培养了爱好机械的兴趣。

1753年，瓦特的母亲去世，父亲又经商失败，迫使瓦特决意要自己外出谋生。1754年6月，18岁的瓦特在父亲的指导下，带着少量的工具和一个皮制围裙前往格拉斯哥，投奔到母亲的一位亲戚那里当学徒，学习修理教学仪器。由于业务上的联系，使他结识了格拉斯哥大学的罗伯特·迪科教授。迪科很欣赏这位技艺娴熟、又勤学好问、肯于钻研的年轻人，并极力劝说他前往伦敦。作为当时欧洲经济文化的中心，伦敦聚集了一大批优秀的器械制造工匠，迪科希望瓦特到这个大都市进一步学习深造，施展才华。

1755年6月7日，瓦特骑马来到伦敦。但为了找师傅，却颇费了一番周折，最后好不容易才投奔到约翰·莫根门下，学习仪表修造技艺。由于勤奋好学，他很快学会了制造难度较高的象限仪、方位罗盘、经纬仪等精密器械。瓦特在给父亲的信中说：“我虽然没有熟练工人做得那样快，但是，我可以做得和他们一样好。”由于家庭收入低微，他不得不时常挤出时间，到外面找点苦而重的活来干，以便挣些钱交纳学徒费。这样，除星期六外，他每天几乎都要工作到深夜九点多钟。瓦特的身体本来就不好，加上如此繁重的劳动和艰苦的生活，因而健康状况更是每况

愈下。他曾在信中写道：“经常像撕破咽喉一样的咳嗽，背像针刺一样疼痛，全身感到懒倦。”一年后，他带着衰弱的身体重返故乡。一年的学徒生活使他倍尝辛酸，但是也使他练就了精湛的手艺，培养了坚韧不拔的性格。

故乡海滨的清新空气，与家人团聚的愉快心情，使瓦特很快恢复了健康。1756年，20岁的瓦特再一次来到格拉斯哥，想以修理仪器的身份开业，但当地的行会因他学徒期未满（当时规定学徒必须七年才能“满师”），不准许他开业。正当他感到绝望之时，迪科再一次帮助了他。在迪科教授的推荐下，瓦特于1757年来到格拉斯哥大学附设的教学仪器厂当仪器修理工。这成为他生活的转折点，并由于一个偶然的机，使他走上了改进蒸汽机的征途。

冷凝器的发明

1763年的一天，格拉斯哥大学的一位教授约翰·安德逊找到瓦特，委托他修理一台纽可门蒸汽机的模型。好奇心很强的瓦特早就对用蒸汽作动力的机械发生了兴趣。他曾听到他的一些朋友，如格拉斯哥大学副教授布莱克等人谈起过纽可门蒸汽机的事。他也曾搜集过有关蒸汽动力的资料，还曾作过高压蒸汽的实验，但就是一直没有机会接触过蒸汽机。安德逊教授的委托无疑为他了解蒸汽机提供了一个难得的机会。但此时的瓦特也许未曾料到，这次机会不但改变了他自己一生的命运，而且由于他对蒸汽机的改进，改变了整个社会生产的面貌，促进了工业革命的迅速到来。

瓦特在接受了修理纽可门蒸汽机的任务之后，没有满足于仅仅把有毛病的地方修好，而是把机器全部拆开，一个零件一个零件地研究，以便弄清它的构造原理，然后针对问题，再进行修理。瓦特凭借多年当修理工的经验，很快便把机器修好了。但当

试车时，瓦特发现这种机器动作缓慢，且不是连续的。进一步试验便发现了一个更大的问题，这种蒸汽机消耗能量太大，效率很低，燃烧 13 吨煤，只能产生 75 马力的动力。面对修好的纽可门蒸汽机，瓦特陷入了沉思：能不能对它加以改进，使其动作再快一些，效率再提高一些呢？正是在修理和试验的过程中，瓦特树立了要从根本上改进蒸汽机的志向，并持之以恒地开始了对蒸汽机的研究。

大概连小学生都知道，蒸汽机是由瓦特发明的。这话既对又不完全对。说它对，是因为瓦特确实发明了一种和以前完全不同的蒸汽机，使蒸汽动力获得了普遍的应用；说它不完全对，那是因为在瓦特之前就有人发明了蒸汽机。将蒸汽作为动力的想法，古人就有。二千多年前古希腊人希罗就曾发明了以蒸汽为动力的精巧装置；达·芬奇也曾设计过用蒸汽开动大炮的图样。在当时的中学课本上就已开始讲授真空、大气压等物理知识，这些也都与蒸汽机的发明有关。自 1643 年托里拆利发现了真空，证实了大气压力的存在，后来，德国的格里凯又用人工办法制造了真空。1662 年，波义耳则发现了气体体积和压力成反比的定律。正是在这些科学认识的基础上，适应社会发展对动力的需要，在 18 世纪才发明了蒸汽机。

到 18 世纪的时候，人们为什么想要发明蒸汽机呢？这是因为从 17 世纪以来煤炭已经成为冶炼钢铁的主要燃料，对煤炭的需要日益增加，矿山数量增加，矿井也越挖越深。为了能正常地进行采煤，就必须不断地抽出矿井里的水。当时只能靠马拉辘轳推动水泵抽水。为此，不少矿山都要饲养几百匹马，这种办法既麻烦又费钱。人们急需寻找一种更有效的排水动力机械，由此产生了“以火提水”的设想，就是要创造一种以火力或热能推动的排水泵。