

“科学心”  
系列丛书

# 翱翔蓝天

## 飞机中的科学

“科学心”系列丛书编委会◎编



合肥工业大学出版社  
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



# 翱翔蓝天

## 飞机中的科学

“科学心”系列丛书编委会◎编



## 图书在版编目(CIP)数据

翱翔蓝天:飞机中的科学/“科学心”系列丛书编委会编. —合肥:合肥工业大学出版社, 2015. 11

ISBN 978 - 7 - 5650 - 2512 - 9

I. ①翱… II. ①科… III. ①飞机 - 青少年读物 IV. ①V271 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 274683 号

## 翱翔蓝天:飞机中的科学

“科学心”系列丛书编委会 编

责任编辑 韩沁钊 孟宪余

---

出版	合肥工业大学出版社	版次	2015年11月第1版
地址	合肥市屯溪路193号	印次	2016年1月第1次印刷
邮编	230009	开本	889毫米×1092毫米 1/16
电话	总编室:0551-62903038	印张	15
	市场营销部:0551-62903198	字数	231千字
网址	www.hfutpress.com.cn	印刷	三河市燕春印务有限公司
E-mail	hfutpress@163.com	发行	全国新华书店

---

ISBN 978 - 7 - 5650 - 2512 - 9

定价: 29.80 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

# 卷首语

自古以来，人类就梦想能像鸟一样自由飞翔，但直到飞机的发明才真正实现了这个愿望。飞机的发明是人类在 20 世纪所取得的最重大的科学技术成就之一，它与电视和电脑并列为 20 世纪对人类影响最大的三大发明。

飞机的诞生及发展改变了人们的生产和生活方式，拉近了远程空间的距离，使地球变成了一个“村落”。飞机的设计、生产和运用过程中还涉及诸多门类的很多科学知识，就让我们一起去欣赏、去品味飞机中的科学吧……

## 目 录

## 缺一不可——飞机的动力及设备

- 动力之源——内燃机 ..... (3)
- 一颗功能很强的心脏——涡轮式发动机 ..... (11)
- 人机的对话——飞行显示系统 ..... (16)
- 感知的延伸——飞行测量仪器 ..... (20)
- 转动确定方位——陀螺仪 ..... (25)
- 无所不知的指路人——飞行器导航系统 ..... (29)
- 神奇的千里眼——飞行上的雷达系统 ..... (36)
- 生命的保障——飞行员的防护系统 ..... (41)

## 济济一堂——飞机家族及名机荟萃

- 旋转产生力——螺旋桨飞机 ..... (47)
- 反冲的作用——喷气式飞机 ..... (51)
- 细心观察——不同翼形的飞机 ..... (55)
- 贴地飞行——地效飞机 ..... (61)
- 冲出大气层——航天飞机 ..... (66)
- 卫国利剑——军用战斗机 ..... (71)

各有所长——用途不同的战机 .....	(77)
总统专机——空军一号 .....	(81)
自力更生——中国自产飞机 .....	(85)
地狱猫——F6F 战斗机 .....	(93)
超级大黄蜂——F/A-18 战斗机 .....	(97)
长空霹雳——P-47 “雷电” 战机 .....	(101)
“蚊” 鸣战场——“蚊” 式战机 .....	(105)
火蜥蜴——德国 HE-162 战斗机 .....	(109)
轰炸机的典范——B-29 轰炸机 .....	(113)
书写传奇——SBD 无畏式轰炸机 .....	(117)
黑夜幽灵——P-61 黑寡妇战斗机 .....	(120)
展望未来——高科技飞机 .....	(124)
太阳能飞机 .....	(126)

### 积极探索——人类对飞行的追求

古老智慧——竹蜻蜓 .....	(131)
放飞理想——风筝 .....	(135)
一飞冲天——古代火箭 .....	(140)
轻于空气的航空器——飞艇 .....	(144)
空中的飞鸟——滑翔机 .....	(149)
飞机的缔造——莱特兄弟发明飞机 .....	(154)

### 触摸蓝天——飞机飞行原理及结构

流动产生力——伯努利定理 .....	(161)
同胞兄弟——飞行中的升力和阻力 .....	(167)



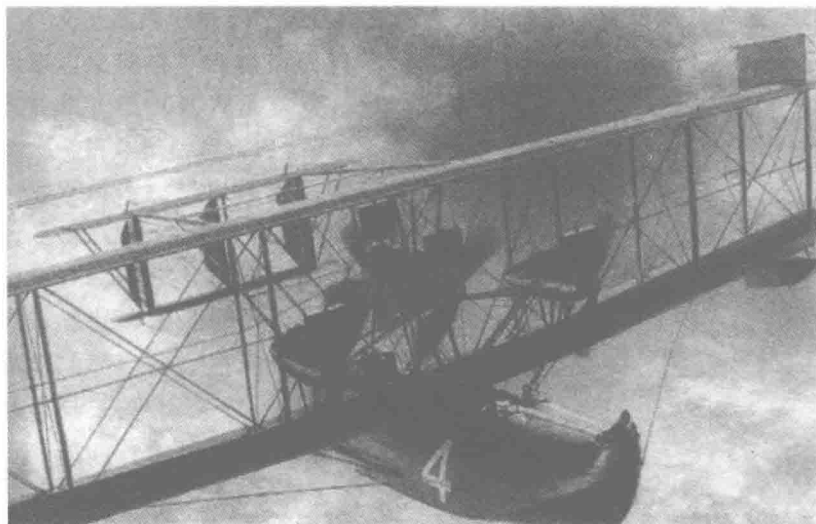
一较高低——飞机的主要飞行性能 .....	(174)
质的飞跃——冲破音障 .....	(179)
研发飞机的利器——风洞 .....	(185)
展翅高飞——飞机机翼 .....	(189)
平衡的控制——飞机尾翼 .....	(196)
大腹便便——飞机机身 .....	(201)
伸缩灵活——飞机起落架 .....	(206)
瞬间接触——飞机起飞及着陆 .....	(212)
小动物大危害——飞鸟撞飞机 .....	(218)
安全第一——地面保障及飞行安全 .....	(226)

# 缺一不可

## ——飞机的动力及设备

自从20世纪初莱特兄弟驾驶着第一架带动力的、可操纵的飞机完成了短暂的飞行之后，人类在大气层中飞行的梦想才真正成为现实。经过许多杰出人物的艰苦努力，航空科学技术得到迅速发展，飞机性能不断提高。

飞机性能的好坏很大程度上是由飞机的动力系统即航空发动机决定的，大动力发动机一直是工程师们的追求。随着电子科技的发展，飞机机载设备的质量在逐渐提高，数量在逐渐增多，这也就提高了飞机的飞行性能，增强了飞行安全。



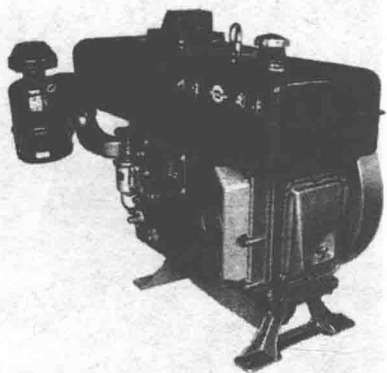




## 动力之源——内燃机

我们生活中见到的汽车，摩托车，小型飞机等的动力都来自于内燃机，内燃机是这些交通工具的核心部件，就像人的心脏一样。

内燃机是将液体或气体燃料与空气混合后，直接输入机器内部燃烧产生热能再转化为机械能的一种热机。内燃机具有体积小质量小、便于移动、热效率高、起动性能好的特点。但是内燃机一般使用石油燃料，同时排出的废气中含有有害气体的成分较高。



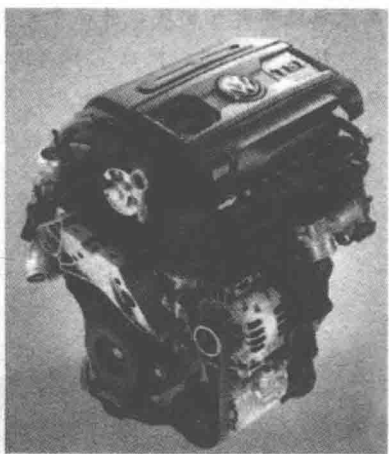
◆水冷柴油机

### 内燃机

广义上的内燃机不仅包括往复式内燃机、旋转活塞式发动机和自由活塞式发动机，也包括旋转叶轮式的燃气轮机、喷气式发动机等，但通常所说的内燃机是指活塞式内燃机。

活塞式内燃机以往复式最为普遍。活塞式内燃机将燃料和空气混合，在其缸内燃烧，释放出的热能使缸内产生高温高压的燃气。燃气膨胀推动活塞做功，再通过曲柄连杆机构或其他机构将机械功输出，驱动从动机械工作。

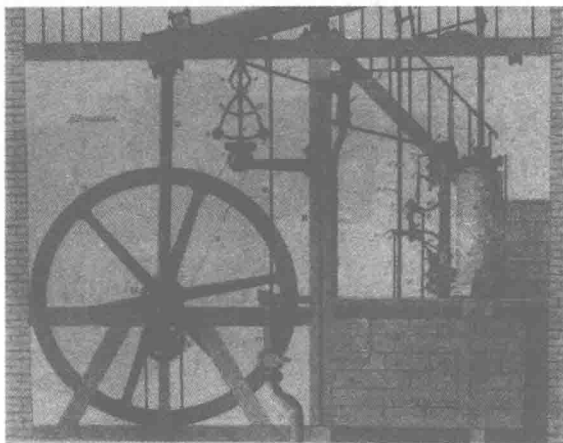
常见的有柴油机和汽油机，它通过做功将内能转化为机械能。



◆一汽—大众迈腾 EA888 2.0TSI  
汽油机



## 链接：内燃机的发展历史



◆ 瓦特蒸汽机

詹姆斯·瓦特对纽科门的蒸汽机进行改进，使之成为一种实用的机器。

1801年，英国人特里维西克研制出形似大型马车的蒸汽机公共汽车，在英国康沃尔投入使用。自此实用的蒸汽机汽车开始发展起来。到19世纪中叶这种蒸汽机汽车开始出现，并逐步走向商品化生产。

1866年，奥托提出了著名的内燃机工作循环理论——奥托循环，这是内燃机工作所遵循的基本原理之一，他为内燃机的发展奠定了理论基础。同年，奥托的公司还成功地研制出具有划时代意义的“往复式四冲程内燃机”，并获得巴黎



◆ 早期蒸汽公共汽车



◆ 英国商业运行的蒸汽公共汽车

1670年，荷兰数学、物理和天文学家海更斯用火药作为燃料，利用其点燃后迅速产生的气体膨胀推力推动活塞运动，制造出世界上第一台“内燃机”。

1712年，英国发明家托马斯·纽科门研制出蒸汽发动机，尽管他发明的蒸汽机很不完善，但毕竟减轻了人们的体力劳动，使其在欧洲流行了近60年。

1782年，苏格兰工程师

博览会金奖。这种发动机大大提高了内燃机的热效率，为内燃机的发展做出了杰出贡献。1876年奥托研制的这种发动机获得了专利并投入批量生产。

1879年，德国工程师卡尔·本茨在曼因海姆首次研制成功一台小型内燃机。



## 名人介绍：汽车工业先驱——卡尔·本茨

卡尔·本茨（1844—1929年）是现代汽车工业的先驱者之一，人称“汽车之父”。

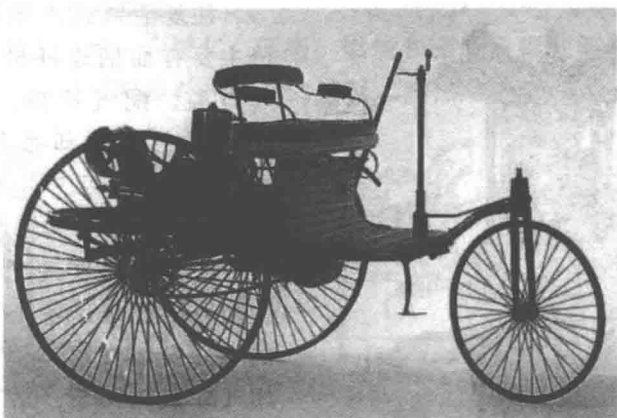
1844年，本茨出生于德国，父亲原是一名火车司机，在他出世前的1843年因发生事故去世了。从中学时期，本茨就对自然科学产生了浓厚的兴趣，1860年进入卡尔斯鲁厄综合科技学校学习。在这所学校里，他较为系统地学习了机械构造、机械原理、发动机制造、机械制造经济核算等课程，为他日后的发展打下了良好基础。

1872年组建了“奔驰铁器铸造公司和机械工场”，专门生产建筑材料。由于当时建筑业不景气，本茨工场经营困难，面临倒闭危险，万般无奈之际，他决定制造发动机获取高额利润以摆脱困境。于是，他领来了生产奥托



◆卡尔·本茨

于是，他领来了生产奥托



◆第一辆三轮汽车

四冲程煤气发动机的营业执照，经过一年多的设计与试制，于1879年12月31日制造出第一台单缸煤气发动机。不过，这台发动机并没有使奔驰摆脱经济困境，他依然面临着破产的危险，生活十分艰苦。

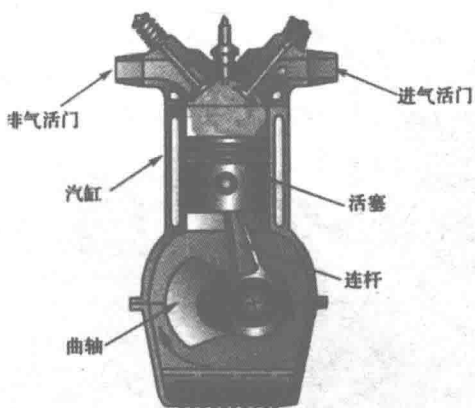
但是，清贫的生活并没有改变本茨投身发动机研究的决心，经过多年努力，他终于研制成单缸汽油发动机，并安装在自己设计的三轮车架上。于1886年1月29日取得了世界上第一个“汽车制造专利权”。

在发明汽车的过程中，卡尔·本茨的勇气令人十分钦佩：首先，他甘心清苦，埋头于自己的发明工作。其次，他果敢地摒弃了在技术上已十分成熟的蒸汽机而选用了自己并不被人看好的内燃机作动力，反映了他在观念上的巨大转变。再次，他既能开发生产反映汽车技术最高水平的“高档车”，又能及时调整产品结构，组织生产适销对路的“普通车”，为公司赢得可观的利润，说明他既有工程师的基本素质，又有企业家的经营技巧。



◆ “维克托得亚”牌汽车

### 内燃机的组成



◆ 汽缸示意图

往复式活塞式内燃机的组成部分主要有曲柄连杆机构、机体和气缸盖、配气机构、供油系统、润滑系统、冷却系统、起动装置等。

气缸是一个圆筒形金属机件。密封的气缸是实现工作循环、产生动力的源地。各个装有气缸套的气缸安装在机体里，它的顶端用气缸盖封闭着。活塞可在气缸套内往复运动，并从气缸下部封闭气缸，从而形成容积作规律变

化的密封空间。燃料在此空间内燃烧，产生的燃气动力推动活塞运动。活塞的往复运动经过连杆推动曲轴做旋转运动，曲轴再从飞轮端将动力输出。由活塞组、连杆组、曲轴和飞轮组成的曲柄连杆机构是内燃机传递动力的主要部分。

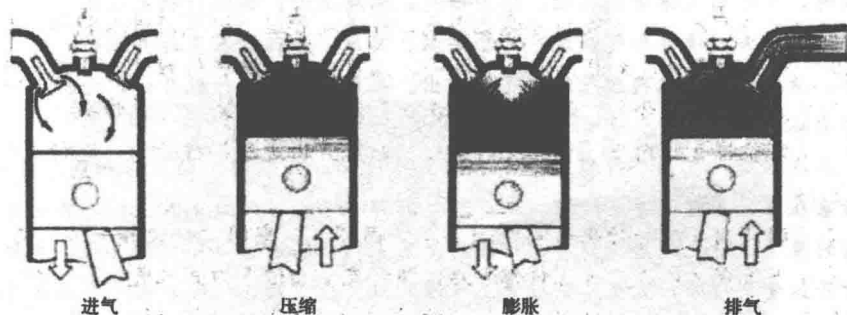
曲轴的作用是将活塞的往复运动转换为旋转运动，并将膨胀过程所做的功，通过安装在曲轴后端上的飞轮传递出去。飞轮能储存能量，使活塞的其他行程能正常工作，并使曲轴旋转均匀。为了平衡惯性力和减轻内燃机的振动，在曲轴的曲柄上还有适当的平衡质量装置。

## 内燃机的工作原理

内燃机的工作原理是，燃料在气缸内燃烧，所产生的燃气直接推动活塞做功。下面以图示的汽油机为例加以说明。

开始，活塞向下移动，进气阀开启，排气阀关闭，汽油与空气的混合气进入气缸。当活塞到达最低位置后，改变运动方向而向上移动，这时进排气阀关闭，缸内气体受到压缩。压缩终了，电火花塞将燃料气点燃。燃料燃烧所产生的燃气在缸内膨胀，向下推动活塞而做功。当活塞再次上行时，进气阀关闭，排气阀打开，做功后的烟气排向大气。重复上述进气、压缩、燃烧膨胀、排气等过程，周期循环，不断地将燃料的化学能转化为热能，进而转换为机械能。

内燃机的工作循环由进气、压缩、燃烧和膨胀、排气等过程组成。这些过程中只有膨胀过程是对外做功的过程，其他过程都是为更好地实现做



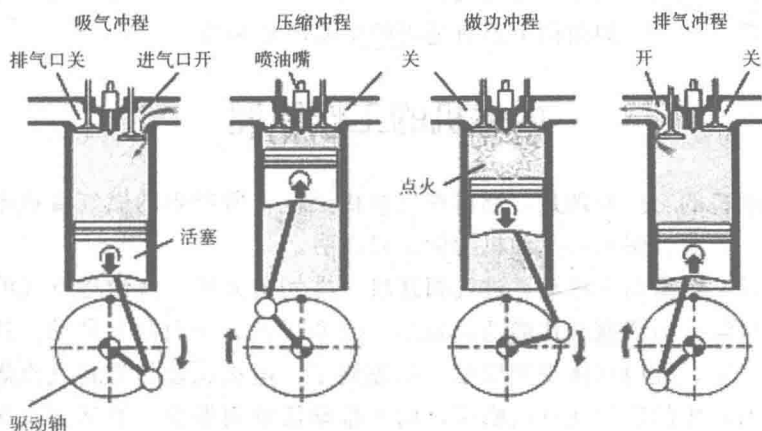
◆ 汽油机的工作原理

功过程而需要的过程。



## 点击——四冲程与二冲程内燃机

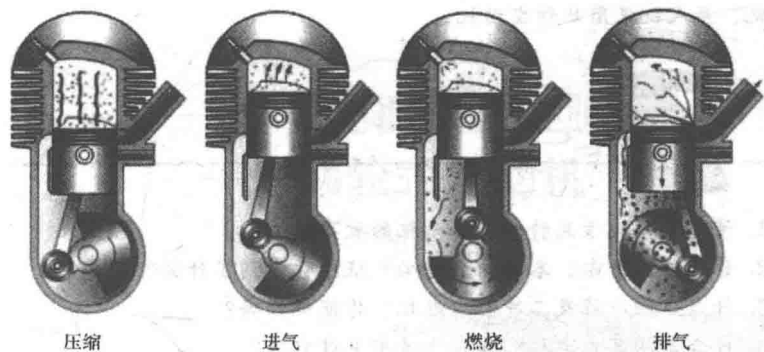
按实现一个工作循环的行程数来分，工作循环可分为四冲程和二冲程两类。



### ◆四冲程汽油机的工作原理

四冲程是指在进气、压缩、膨胀和排气四个行程内完成一个工作循环，此间曲轴旋转两周。进气行程时，进气门开启，排气门关闭。流过空气滤清器的空气再经化油器与汽油混合形成的可燃混合气，经进气管道、进气门进入气缸；压缩行程时，气缸内气体受到压缩，压力增高，温度上升；膨胀行程是在压缩上止点前喷油或点火，使混合气燃烧，产生高温、高压，推动活塞下行并做功；排气行程时，活塞推挤气缸内废气经排气门排出。此后再由进气行程开始，进行下一个工作循环。

二冲程是指在两个行程内完成一个工作循环，此期间曲轴旋转一圈。首先，当活塞在下止点时，进、排气口都开启，新鲜充量由进气口充入气缸，并扫除气缸内的废气，使之从排气口排出；随后活塞上行，将进、排气口均关闭，气缸内充量开始受到压缩，直至活塞接近上止点时点火或喷油，使气缸内可燃混合气燃烧；然后气缸内燃气膨胀，推动活塞下行做功；当活塞下行使排气口开启时，废气即由此排出活塞继续下行至下止点，即完成一个工作循环。



◆二冲程汽油机的工作原理



### 小知识——活塞式飞机

“活塞式飞机”即以活塞式航空发动机作为动力，通过螺旋桨产生推进力的飞机。由于活塞式发动机功率的限制和螺旋桨在高速飞行时效率下降，只适用于低速飞行。大多应用于轻型飞机和超轻型飞机等，不适合用于军事行动。

活塞式飞机大多服役于 20 世纪 50 年代以前，目前仅有少量小型飞机、超



◆小鹰-500 轻型多用途活塞式飞机



◆德国 Rf-109 活塞式战斗机



轻型飞机、无人机采用此种发动机。



1. 请你讲讲关于瓦特改良蒸汽机的故事。
2. 你还知道卡尔·本茨的事迹吗？从中你学到了什么？
3. 什么是四冲程及二冲程内燃机？你能解释吗？
4. 什么是活塞式飞机？你在生活中见过它吗？