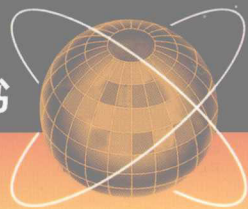


世界航天科普丛书



突破卡门线 运载火箭

LAUNCH VEHICLE

刘进军 编著

航空工业出版社

世界航天科普丛书

突破卡门线 ——运载火箭

刘进军 编著



航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书按照各国发展运载火箭的时间和成就,简要介绍了运载火箭的发展历史、功能特点及其结构,对经典事件进行了详细讲解。运载火箭怎样从天使到恶魔,又从恶魔到天使?它怎样震慑世界,又怎样影响世界发展进程?让我们踏着历史的脚步,走进《突破卡门线——运载火箭》。

本书文字通俗易懂、图片精美,航天科技知识贯穿于全书,并穿插许多惊心动魄的故事,是集知识性与趣味性于一体的适合青少年和普通读者阅读的航天科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

突破卡门线——运载火箭 / 刘进军编著. —北京 :
航空工业出版社, 2012.7
(世界航天科普丛书)
ISBN 978-7-5165-0022-4

I. ①突… II. ①刘… III. ①运载火箭—普及读物
IV. ①V475.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第137809号

突破卡门线——运载火箭
Tupo Kamenxian——Yunzaihuojian

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

北京世汉凌云印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2012年7月第1版

2012年7月第1次印刷

开本:710×1000 1/16

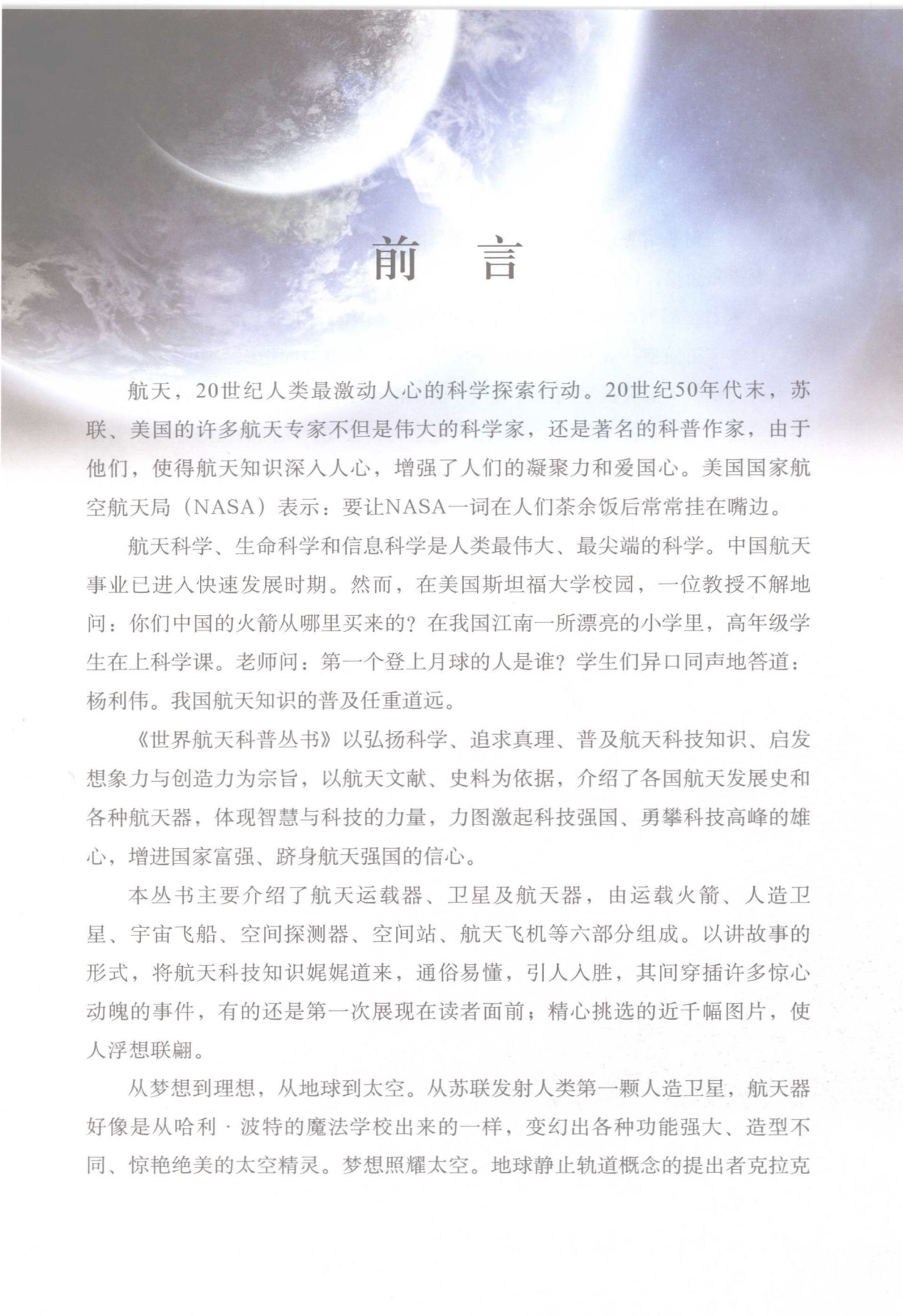
印张:10.25

字数:218千字

印数:1—6000

定价:28.00元

(凡购买本社图书,如有印装质量问题,可与发行部联系调换)



前 言

航天，20世纪人类最激动人心的科学探索行动。20世纪50年代末，苏联、美国的许多航天专家不但是伟大的科学家，还是著名的科普作家，由于他们，使得航天知识深入人心，增强了人们的凝聚力和爱国心。美国国家航空航天局（NASA）表示：要让NASA一词在人们茶余饭后常常挂在嘴边。

航天科学、生命科学和信息科学是人类最伟大、最尖端的科学。中国航天事业已进入快速发展时期。然而，在美国斯坦福大学校园，一位教授不解地问：你们中国的火箭从哪里买来的？在我国江南一所漂亮的小学里，高年级学生在上科学课。老师问：第一个登上月球的人是谁？学生们异口同声地答道：杨利伟。我国航天知识的普及任重道远。

《世界航天科普丛书》以弘扬科学、追求真理、普及航天科技知识、启发想象力与创造力为宗旨，以航天文献、史料为依据，介绍了各国航天发展史和各种航天器，体现智慧与科技的力量，力图激起科技强国、勇攀科技高峰的雄心，增进国家富强、跻身航天强国的信心。

本丛书主要介绍了航天运载器、卫星及航天器，由运载火箭、人造卫星、宇宙飞船、空间探测器、空间站、航天飞机等六部分组成。以讲故事的形式，将航天科技知识娓娓道来，通俗易懂，引人入胜，其间穿插许多惊心动魄的事件，有的还是第一次展现在读者面前；精心挑选的近千幅图片，使人浮想联翩。

从梦想到理想，从地球到太空。从苏联发射人类第一颗人造卫星，航天器好像是从哈利·波特的魔法学校出来的一样，变幻出各种功能强大、造型不同、惊艳绝美的太空精灵。梦想照耀太空。地球静止轨道概念的提出者克拉克

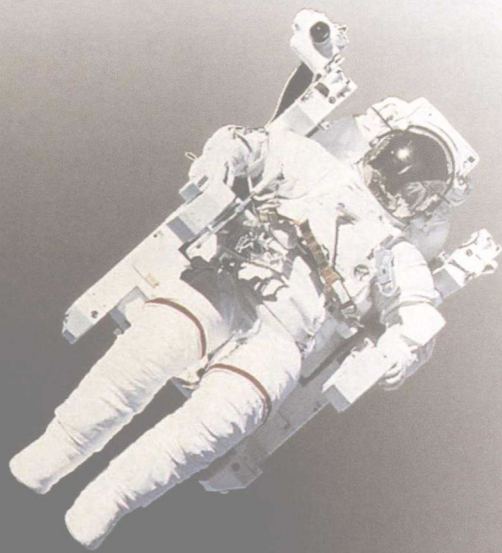
曾说：“任何非常先进的科技，初看都与魔法无异。”本丛书如能激发读者想象、渴望和愉悦，作者将无比感激。

本丛书在编写时参考了俄罗斯航天局、美国国家航空航天局、欧洲空间局、日本宇宙航空研究开发机构、中国航天局、印度空间组织、中国运载火箭技术研究院、美国劳拉空间系统公司、美国洛克希德·马丁公司、美国波音公司、美国太空探索技术公司、美国缩尺复合材料公司、欧洲航空防务与航天公司等机构和公司的网站相关内容及相关资料，在本丛书出版之际，特向他们以及所有提供素材的单位，航天、火箭专家和杨星豪老师表示感谢。

本丛书将高科技知识科普化，必定存在疏漏和错误，敬请读者批评指正。

作者

2012年6月于杭州



目 录

I 玩火箭的亿万富翁

穷人的孩子早当家 1

活着的传奇 2

火箭狂人 3

“猎鹰”系列运载火箭 4

新的太空航线 7

火箭，还是玩具 8

最不着调的企业家 9

II 飞天大力士

最原始的火箭 11

古代火箭 11

武器与娱乐 12

火箭的祖先 12

万户的火箭 14

印度的“吉奥科斯” 15

火箭，来自东方 15

火箭祖先的遗憾 16

III 叩开太空大门

太空立法者 19

宇宙公民 21

月亮人 23

骑火箭的旅行家 26

IV 火箭能射多远

从中国到西方 29

从古代到现在 29

从武器到运载工具 30

从现在到未来 31

V 目标，太空

火箭的分类 33

火箭的原理 34

运载火箭 34

运载火箭组成 36

运载火箭结构 38

火箭发动机 41

VI 箭在弦上

火箭设计 43

火箭试验 44

火箭制造 46

火箭总装 47

火箭检测 48

火箭运输 49

火箭组装 51

火箭定位 51

小子，祝你好运

速度战胜引力	53
智慧挑战阻力	54
分离就是胜利	55
飞行五部曲	56
进入太空的大门	58

第一个冲出地球

“面包换人”计划	59
飞往星际空间	61
向宇宙进军的先锋	62
第一枚运载火箭	62

愤怒的天使

“回形针”行动	65
灰眼珠与德国血液	67
历史不能重写	68
“丘比特”的神箭	69
“小月亮”挂到了天上	70

上升的红星——苏 / 俄运载火箭

自由空间	71
“东方”号运载火箭	72
“联盟”号运载火箭	74
“能源”号运载火箭	77
“质子”号运载火箭	79
“天顶”号运载火箭	80
“第聂伯”号运载火箭	81

逼上太空——美国火箭

火箭童子军	83
“大力神”号运载火箭	84
“宇宙神”号运载火箭	86
“德尔塔”号运载火箭	87
“土星”号运载火箭	89
“战神”号运载火箭	91
“战神-1”号运载火箭	92
“战神-5”号运载火箭	92
最强大的太空舰队	93

漂亮的混血儿——欧洲火箭

摘下满天星	95
影子特工的迷雾	96
“阿丽亚娜-4”运载火箭	97
“阿丽亚娜-5”运载火箭	98
天马行空	100
第二个太空明星	101

鹿儿岛的精灵——日本火箭

太空狂想曲	103
H系列运载火箭	104
H-2B 运载火箭	106

向太空“长征”——中国火箭

火箭的故乡	107
“长征-1”号运载火箭	109
“长征-2”系列运载火箭	110



“长征-3”号运载火箭	112	聪明的登月舱	138
“长征-3A”系列运载火箭	112	不争气的“巨无霸”	139
“长征-4”系列运载火箭	113	历史的失误	140
“长征-5”号运载火箭	114		
古老与现代的传奇——印度火箭	115	元帅之死	141
骑自行车的火箭	115	造导弹如同做香肠	141
请留意印度洋上空	117	地狱般的声音	143
极轨卫星运载火箭	117	死亡密码	144
地球静止卫星运载火箭	119		
纱丽披在月球上	122	海里的卫星	147
		方向：东南	147
动物敢死队	123	卫星的谜语	148
太空中的动物敢死队	123	在太空，在海里	149
坐火箭去旅行	124		
豹胆英雄	126	刻在天边的记录	151
猴子宇航员	127	发射和毁坏卫星最多的火箭	151
会飞的面包师	128	发射卫星最多的火箭	152
美猴王的航班	129	成功率最高的火箭	152
哈姆的一小步	130	发射次数最多的火箭	153
吹小号的伊诺斯	133	最大的运载火箭	153
		运载能力最大的火箭	153
轨道上的红星	135	最昂贵的火箭	154
历史的谜团	135	最大的火箭发动机	154
绝密的登月计划	135	最昂贵的火箭试验	155
“巨无霸”登月火箭	136	最便宜的火箭发射	155
“联盟-LOK”号载人飞船	137	最成功的私人火箭	156



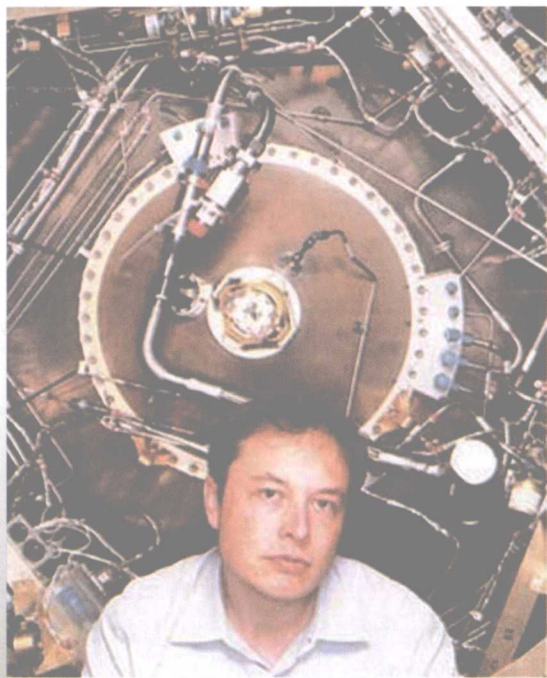
玩火箭的 亿万富翁

穷人的孩子早当家

2001年，30岁就已有两架私人飞机的美国亿万富翁马斯克，倾其全部家产、奇思妙想地要开辟一条便宜的太空航线，运费仅为美国国家航空航天局的十分之一。

艾龙·马斯克，1971年6月28日出生在南非。父亲是工程师，母亲是营养师。马斯克10岁的时候，父亲为了开发他的智力，丰富他的爱好，买了第一台电脑，并教他如何编程。12岁那年，马斯克编写了一个叫Blastar的电脑游戏，卖了500美元。1988年，17岁的马斯克从比勒陀利亚男子高中毕业。马斯克不愿意参加南非军队，想移民美国。他说：“我要做一番伟大的事业。”

马斯克的母亲出生在加拿大萨



玩火箭的亿万富翁——艾龙·马斯克

斯喀彻温省里贾纳，许多亲戚都住在加拿大西部。1989年6月，马斯科移居加拿大。在萨斯喀彻温省斯威夫特卡伦特，他和表弟常在农场干活，清理粮食、蔬菜，修补农具机械。他曾在不列颠哥伦比亚省一家木材厂负责清理锅炉，学会了用电锯切割木头。马斯科考入加拿大多伦多市皇后大学计算机系时，每天的生活费仅1美元，只能整个暑假都到银行打工赚钱。

1992年，马斯科离开加拿大，就读于美国宾夕法尼亚大学物理专业，获得奖学金和物理学学士学位；在沃顿商学院，他获得了经济学学士学位。马斯科毕业后规划着自己的未来：互联网、清洁能源和空间，到底走哪一条道路呢？

1995年，欠着大笔学生贷款的马斯科准备到美国斯坦福大学，攻读应用物理与材料科学的硕士和博士学位，但他放弃了所攻读的学位，与弟弟金博尔·马斯科创办了一家软件公司，开发了Zip2压缩软件，为新闻机构网上发布信息所用。1999年9月，美国康柏公司收购Zip2，支付两兄弟共3.07亿美元现金和价值3.4亿美元的股票。

1999年3月，马斯科成立了第二家公司，创建了全球最大的网上付费系统——PayPal，它被誉为最成功的网上支付方式之一。2002年10月，美国易趣公司以15亿美元买下该系统的使用权。马斯科成为易趣公司的最大股东，拥有该公司11.7%的股份。此时，马斯科的身价为2.34亿美元。

活着的传奇

经历过贫困生活的马斯科最知道钱该怎么挣、怎么花。他躺在椰树下的吊床上，没有心情去欣赏加勒比海海岛的美色，而是随着吊床的摇晃思绪万千。人生的意义是什么？干什么最挣钱？做什么对人类贡献最大？一番思考后，他认为风险最大的最挣钱。火箭、太空最危险，太空探索的意义最大，那儿才是施展才华的地方！2002年6月，马斯科创建了第三家公司——美国太空探索技术公司，开创了私人发射火箭、建造宇宙飞船、奔向太空的先例。

马斯科创办了世界闻名的美国太空探索技术公司和以绿色能源为动力的美国特斯拉电动车公司等。他头顶美国物理学家、企业家和慈善家的光环，身兼教育慈善机构的主席、美国科学院航空与航天工程局董事、行星学会和斯坦福大学工程委员会董事、英国萨里大学航天工程名誉博士等，还被《时尚先生》杂志评为21世纪75位最具影响力的人物之一。曾有俄罗斯宇航专家如此夸奖他：许多科学家毕生都追求不到的事业，他几年就做到了。美国国家航空航天局的专家说：马斯科是活着的传奇。

目前，马斯科拥有净资产3.28亿美元，身兼美国太空探索技术公司的首席执



马斯克私人拥有的L-39型飞机

行官和首席技术官、美国特斯拉电动车公司首席执行官。马斯克不是美国最有钱的人，但却是最有理想和最具冒险精神的人，10年时间实现了他人生的3个梦想。

马斯克是一个工作狂，每周工作时间超过100小时，在难得的空闲时间里，他会与他的5个孩子玩玩捉迷藏。马斯克经常驾驶价值150万美元的迈凯伦-F1跑车，奔波在公司与美国国家航空航天局之间。把法国达索公司制造的价值5000万美元的“隼”900公务机当成旅馆和会议室，在全美各地穿梭。据说，发射新型火箭、制造宇宙飞船、对接国际空间站等重大决定，就是在他飞行途中议定的。

火箭狂人

常有人问马斯克，为什么玩火箭、飞船？他总是笑眯眯地回答：“我想学习如何让财富缩水。”马斯克有能力在海边买下一座五星级酒店，一辈子享受阳光和鸡尾酒，不用操心财富缩水，但他骄傲地说：“玩过高科技的人，不可能去玩这种低水平的东西。除非让我成为一个傻瓜。”

马斯克很单纯，同时也充满勇气和创意。他认为他的太空探索技术公司是为了拯救人类为创办。他说：“人类已经进化了数百年，一颗小行星或一座超级火山就会破坏我们的家园，我们面临的风险恐怕谁也没见过：一个精心设计的病毒，一个微型黑洞的爆发等。”在他看来，在火星上创建人类的第二次文明是最重要的目标。2001年，马斯克制订了“火星绿洲”计划，想在火星上建立小型实验温室，为将来改良火星大气层、促进粮食作物生长而努力。

马斯克很聪明、很有远见。他认为世界上最贵的商品是运载火箭、卫星和飞船。虽然研发运载火箭的工作人员成千上万，但制造和运行运载火箭的效率却十分低下。从互联网产业脱颖而出的马斯克深知：小团队可以更快地完成任务。他从各

大航天公司挑选顶尖年轻人才，用3年半时间就设计制造出“猎鹰-1”号运载火箭。

“猎鹰”系列运载火箭

美国太空探索技术公司总部位于加利福尼亚州霍桑市，拥有员工1500余人。公司对研制运载火箭有一条原则：简单、可靠和低成本。“猎鹰”运载火箭的名字取自电影《星球大战》中汉·索洛的飞船——“千年猎鹰”。“猎鹰”运载火箭主要有5种型号。如“猎鹰-1”号是二级火箭，燃料为液氧和煤油，高21.3米，直径1.7米，重28吨，推力347千牛。“猎鹰-9”号高54.9米，直径3.6米，



“猎鹰-1”号运载火箭在发射场

重 333 吨，推力 5000 千牛。

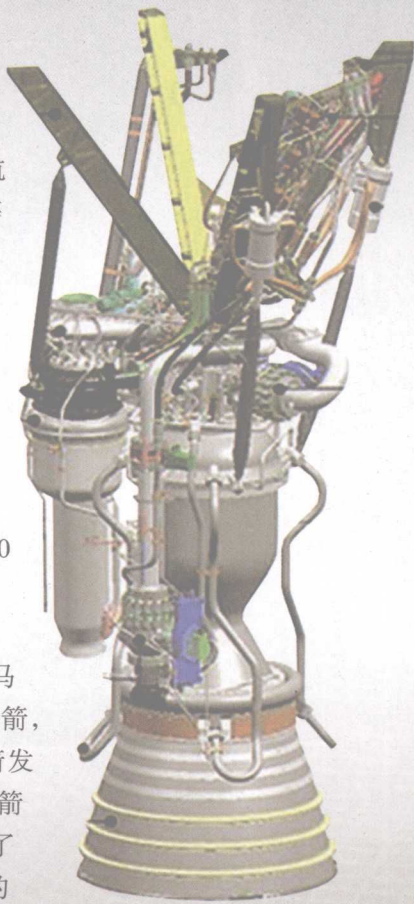
“猎鹰”系列运载火箭的优势很多。如“猎鹰-1”号 80% 的组件可以回收再利用。“猎鹰-9”号是可完全回收的火箭，能多次使用，这是世界上第一枚可以完全回收再利用的火箭。马斯克希望它至少飞行 100 次。“猎鹰-9”号在设计可靠性上优于其他同类火箭。对“猎鹰-1”号这个娇小的家伙，美国范登堡空军基地的工作人员私下里戏称它为“铅笔”。

“猎鹰”系列运载火箭具备万能发射的能力。它们能在美国范登堡空军基地、阿拉斯加南部的科迪亚克岛导弹试验场、佛罗里达州卡纳维拉尔角的肯尼迪航天中心、弗吉尼亚州沃洛普斯岛的中大西洋航天发射中心、西太平洋的马绍尔群岛夸贾林发射场等美国各大发射基地升空。

“猎鹰”系列运载火箭发射价格相当便宜。美国国家航空航天局每次发射一枚火箭的费用为 5000 万~1 亿多美元；美国轨道科学公司每次空中发射 450 千克以下载荷收费 3000 万美元。2012 年，“猎鹰-9”号每次发射 3 吨载荷的费用，低轨道只有 5000 万美元，地球静止转移轨道 5400 万~5900 万美元。“猎鹰-1”号运送 1 吨载荷到低轨道仅 1100 万美元。“猎鹰”系列将成为最便宜的太空运载工具，为人类的廉价太空旅游奠定基础。

2010 年 6 月 4 日，“猎鹰-9”号运载火箭搭载马斯克的第一艘“龙”号飞船试飞。“猎鹰-9”号是二级火箭，第一级配备了 9 台火箭发动机，第二级配备 1 台火箭发动机，推力超过 10 万磅力^①。“猎鹰-9”号每级火箭都能被重复使用，推进剂为液氧与煤油。这大大降低了“猎鹰”系列运载火箭的发射成本。“猎鹰-9”号的发射价格约 5000 万美元，不到美国国家航空航天局同样重量发射费用的一半。

马斯科的美国太空探索技术公司从 2002 年创立到



① 1 磅力 = 4.448 牛。



夜幕下的“猎鹰-9”号

2010年，8年总支出不到8亿美元，研制成功了“猎鹰-1”号、“猎鹰-9”号火箭和“龙”号飞船，并进行了8次火箭发射和飞船试飞，以及在范登堡空军基地、卡纳维拉尔角空军基地和夸贾林发射场建设发射台。2007年，美国太空探索技术公司开始盈利，尤其近几年收到行40次航天发射的订单，收入预计超过30亿美元。

新的太空航线

一条新的太空航线就在前面。一个富翁，一枚私人运载火箭，一个令人激动的人类梦想。2006年3月25日，在西太平洋马绍尔群岛夸贾林珊瑚岛的美军导弹基地，全球首枚私人运载火箭“猎鹰-1”号发射升空。

“猎鹰-1”号发射了。在升空25秒时，发动机发生故障，燃料泄漏引发大火。“猎鹰-1”号坠入大海。一向十分顽皮、幽默的马斯克说：“就当提前过圣诞节放焰火。我付钱。”

2007年3月21日，“猎鹰-1”号在奥麦利克岛进行了第二次发射。火箭到达300千米高度，升空第5分钟时失去控制，出现一个滚转；第5分5秒时失踪，最终没能到达运行轨道，发射任务以失败告终。

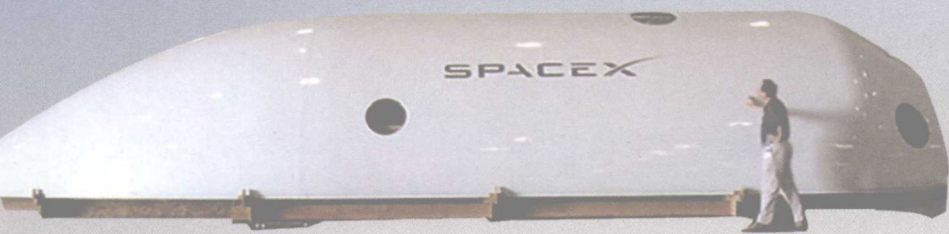
在奥麦利克岛进行的发射，通过互联网进行了直播。人们通过安装在火箭上的摄像机拍摄的



“猎鹰-1”号发射升空

画面可以看到，奥麦利克岛在迅速地而后飞退，几分钟之后，也就是在传输信号消失前，地球的球形外观已清晰可见了。“猎鹰-1”号第二级火箭上的摄像头在第3分钟时所拍摄的画面，可以看到远处已经分离的第一级火箭。

马斯克面对失败时表示：“我将倾囊而出，直到一无所有。”“猎鹰”号运载火箭无论是否发射成功，其本身就是一个奇迹。人们祝福“猎鹰”，下次一定能成功。



火箭，还是玩具

“火箭狂人”马斯科在 2006 年 3 月、2007 年 3 月和 2008 年 8 月三次发射“猎鹰-1”号，三次均告失败。在屡试屡败的情况下，马斯科也发出感叹：“登天的路再难，也会有成功登上的一天。我要用一生奋斗！”

苍天不负有心人。在第三次失败的一个半月后，2008 年 9 月 28 日 23 时 15 分，在夸贾林的美军导弹试验基地，马斯科的“猎鹰-1”号火箭终于发射成功。“猎鹰-1”号火箭将 165 千克的有效载荷送入轨道，运行在近地点 621 千米、远地点 643 千米、倾角为 9.3° 的椭圆轨道上。美国太空探索技术公司成为世界上首个完成这一壮举的私人公司。

“这确实意义重大。”面对成功，马斯科说，“世界上只有极少数国家能发射运载火箭。它通常是一个国家的事情，而不是一家公司的事，但我们做到了！”这位出身于南非的冒险家，终于开辟了一条便宜的太空航线。他谢绝了美国有线新闻网、美国广播公司、英国广播公司的采访，继续投身到自己选择的冒险事业中。

太空航线在延伸。30 年前，美国占据了全世界 80% 的火箭发射份额；现在，这个数字降到 20%。目前，至少

有 30 个国家和公司具备发射运载火箭的能力。

火箭业是一个非常艰难的行业。火箭毕竟是尖端科学，地球引力是巨大的，大气层是厚实的，哪怕是结构最简单的火箭在大气层中也有爆炸的可能。在发射场地上，曾经有多少火箭在爆炸中灰飞烟灭！

太空发射风险大，但利润更高，竞争是相当激烈的。马斯科的成功激励着许多冒险家。美国轨道科学公司已经用飞机携带其生产的“飞马座”运载火箭向空中发射 40 次卫星；各国的私人火箭公司、卫星公司也在做最后的准备。火箭是高科技产物，对某人而言又好像是件玩具。

最不着调的企业家

美国前总统小布什评价马斯科是最不着调的企业家，但也是最成功的老板。马斯科常常玩出新花样，让人意想不到又瞠目结舌。

“火箭狂人”马斯科要让人类成为“多行星物种”。他开始玩卫星、空间站和空天飞机等高科技游戏。他想将宇宙空间变得与电脑空间一样容易进入。马斯科的太空探索技术公司要发射卫星、宇宙飞船和空天飞机，最终目标是登陆火星。他说：“10 年内载人登月不在话下。”马斯科已制订发射卫星，对接空间站，登陆月球、火星的计划。

