

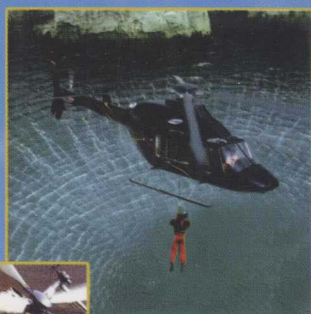
科普大家

从竹蜻蜓到直升机

CONG ZHUQINGTING DAO ZHISHENGJI

——旋翼发展之路

张德和 邱学军 / 著



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

【科普大家】

从竹蜻蜓到直升机

——旋翼发展之路

张德和 邱学军 著



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

从竹蜻蜓到直升机: 旋翼发展之路/张德和, 邱学军著. —北京:
中国科学技术出版社, 2011

(科普大家)

ISBN 978-7-5046-5842-5

I. ①从… II. ①张…②邱… III. ①直升机—普及
读物 IV. ①V275-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第027319号

本社图书贴有防伪标志. 未贴为盗版

策划编辑 肖 叶

责任编辑 肖 叶 齐 宇

封面设计 阳 光

责任校对 林 华

责任印制 马宇晨

法律顾问 宋润君

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街16号 邮编: 100081

电话: 010-62173865 传真: 010-62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京盛通印刷股份有限公司印刷

*

开本: 700毫米×1000毫米 1/16 印张: 12.75 字数: 225千字

2011年6月第1版 2011年6月第一次印刷

ISBN 978-7-5046-5842-5/V · 58

印数: 1-5000册 定价: 39.90元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

作者简介

张德和

总参陆航研究所研究员，大校军衔。科普作家、中国航空协会高级会员、中国科普作家协会会员、军事国防协会会员、中国国际广播电台特约评论员。长期从事陆军航空兵野战装备保障和战术技术研究，完成全军重大课题十余项，有多项成果获奖，其中军队科学进步二等奖2项、三等奖2项，军事科学成果二等奖1项，中国航空协会科学技术二等奖1项。多次参加《中国军事百科全书》撰写，著有《陆军航空兵作战运用研究》、《现代战争中的直升机》、《垂直极限——纵谈当代军用直升机》和《铁翼雄风——直升机与现代战争》等，撰写有大量学术论文，被多家报刊聘为撰稿人，发表文章500多篇，400多万字，有多篇获奖或被有关报刊转载，其中获全国优秀论文一等奖1篇，全军优秀论文二等奖2篇，省部级科研成果论文三等奖和军事理论研究成果三等奖8篇。



邱学军

总参陆航研究所战术技术室研究员，大校军衔，所科技委委员，研究生导师。长期从事陆军兵种作战和武器系统论证的教学、科研工作。历任讲师、副教授、科技参谋、副研究员、研究室副主任等职。曾主持、参与《集团军（师）防空作战指挥系统》、《地面防空作战指挥学学科建设研究》、《国家紧急运输服务基地建设》、《战勤直升机发展规划》等重点课题和项目10余项，发表论文60余篇，获军队科技进步奖8项，航空学会科技进步奖1项。



序言

21世纪人类在航空、航天领域取得了辉煌的成就。这个时代所创造的丰硕成果，使人们千百年来希望飞向天空、飞向宇宙的理想终于成为现实。今天，仰望长空，那广阔无垠的苍穹，再也不仅是鸟儿飞翔、行星运转的空间，人类驾驭和控制的各种航空、航天飞行器翱翔其中，琳琅满目。在这些航空、航天飞行器中，有一种很独特的飞行器——它能够垂直起降和在空中悬停，可向前后、左右任一方向飞行，特别是它能紧贴地面，活动在各种飞行物的低层，它就是人们越来越熟悉、越来越感兴趣的直升机。

直升机具有固定翼飞机和其他飞行器所没有的飞行特点；它像多才多艺的才子一样，可以出色地完成特有的使命，从其诞生之日起就得到人们的青睐。历经半个多世纪的发展，直升机技术日趋成熟，已进入先进的第四代发展时期。当今全世界有53000余架直升机，广泛应用于军事、经济和其他领域，成为一支重要的空中力量。

从军事应用方面看，直升机越来越受到世界各国军事专家的高度重视。特别是在越南战争、海湾战争以及近期的阿富汗战争和伊拉克战争中，直升机凭借自身优势，在对地攻击与机动作战中为加快战争进程和取得战争胜利发挥了重要作用；在非战争军事行动中，直升机的作用仍十分突出，它不仅担负参与处置各种突发公共事件的使命，而且还担负着抢险救灾、森林防火、反恐维稳、边境封控、安全防卫（护送）、中外联合军演、军事援助、国际维和行动等任务。同样，直升机在经济建设中也发挥着越来越重要的作用，给世人留下了深刻的印象。因此，许多中、小国家竞相购买直升机，同时世界发达国家加紧改装现役直升机，加速研发更先进的直升机。

随着各国对新型直升机的研发取得突破，许多新研制的直升机相继问世，并逐步投入使用，如法国与德国合作研制的虎式攻击直升机，南非研制的AH-2A茶隼，意大利与英国合作研制的EH101和欧洲NH工业集团研制的NH90通用直升机以及俄罗斯研制的卡-52和米-28H武装直升机等。在新研直升机方面，美国RAH-66“科曼奇”下马后，又率先推

出X2，号称“最轻最狠”的攻击直升机，欧洲也推出X3高速直升机，视先进武器装备的研制为大国基石的俄罗斯自然不甘落后，也推出号称第五代直升机。在重型运输直升机方面，美国未来联合重型旋翼机(JHL)和法德重型运输直升机(HTH)计划，俄罗斯将大力发展米-46重型运输直升机等新型重型运输直升机。

直升机用途广泛，作用巨大，必然会越来越引起世界各国的广泛关注。近年来，随着我国改革开放的深化和国力的不断增强，我们在直升机研发、设计、制造等方面有了突破性进展，但与世界发达国家相比，无论是在数量、质量上，还是在规模、性能上都有很大差距。就民用直升机拥有量来看，日本每百万人口拥有直升机数量超过5架，为我国的40多倍。全球平均水平则是我国的35倍，与我们一个13亿人口的泱泱大国极不相称。

作为一个多年从事直升机研究的陆航人，深感自己的责任重大。为唤起公民的航空意识，普及直升机知识，迎接中国直升机发展更好的明天，我们撰写了《从竹蜻蜓到直升机——旋翼发展之路》一书。本书共分探索篇、发展篇、运用篇和未来篇四部分，以直升机为主线，探索了直升机的起源，阐述了直升机成长的艰难历程，展现了当代直升机的风貌，描绘了直升机在现代战争和非战争行动中的运用，展望了直升机美好的未来。

本书瞄准世界直升机发展前沿，紧贴局部战争和非军事行动直升机运用的实际，语言精练，主题突出，集知识、科普和学术于一体，将可读性、科学性和趣味性结合在一起，图文并茂，通俗易懂，生动有趣，极适合广大部队官兵和军事爱好者阅读与收藏。

由于对直升机认识和研究经验不足，加之时间仓促，掌握资料有限和知识水平有限，疏误不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

张德和

2011年5月于北京

目 录

►►► 探索篇

飞天梦幻	3
首开先河	6
不懈追求	8
短暂腾空	10
震惊世界	12
破茧成蝶	15

►►► 发展篇

“誓军”岁月	19
发展历程	28
四代同堂	36
第一代	37
第二代	39
第三代	42
第四代	46
家族列传	50
A-129 “猫鼬”	50
AH-2A “茶隼”	51
SA-342 “小羚羊”	52
ZE477 “山猫”-3	53
“虎”	54
AH-1 “眼镜蛇”	55
AH-64 “阿帕奇”	55
RAH-66 “科曼奇”	56
卡-50 “黑鲨鱼”	57
卡-50N “夜鲨鱼”	59
卡-52 “短吻鳄”	60
米-24 “雌鹿”	61
米-28 “浩劫”	62
米-28N “夜空猎手”	63
NH-90	63
V-22 “鱼鹰”	64
Z-11	65
卡-60	66

米-17“河马”	67
Z-8	68
ALH“北极星”	69

世纪之最 70

最大的直升机——米-26	70
最小的直升机——“黑黄蜂”	72
最早的直升机——FW-61	72
最早的武装直升机——AH-1G	73
最早飞越太平洋的直升机——HH-53C	74
最早环球飞行的直升机——206L-3	76
最早的客运直升机——S-51	77
最早的直升机空战——米-24D和AH-1J	78
最早“参军”的直升机——R-4	79
最早的直升机机降作战——旺方山战斗	79
最“火”的直升机战争——越南战争	80
飞得最快的直升机——X2	81
飞得最远的直升机——CH-47D	82
飞得最高的直升机——SA315B	83
最“冷”的直升机——RAH-66	84
参战最多的直升机——AH-1	85
最“酷”的直升机——AH-64	86
参与设计国家最多的直升机——S-92	88
最早的直升机飞行员——汉卿·罗蒂西	89
直升机最多的国家——美国	89
直升机最多的城市——圣保罗	90
最大的直升机公司——西科斯基航空公司	92
生产直升机最多的公司——贝尔直升机 航空公司	93
创世界纪录最多的 设计师——米里（1909-1970）	94
共轴直升机最成功的 设计师——卡莫夫（1902-1973）	95

►►► 运用篇

空中攻击 99

近距火力支援	100
纵深火力攻击	107

特种空中攻击	109
对海上目标攻击	111
空中绞杀	113
勤务支援	119
侦察预警	119
警戒巡逻	123
校射引导	124
电子对抗	127
指挥通信	130
中继转讯	133
布雷排障	135
运输救护	137
搜索救援	139
机降作战	142
机降袭击	143
机降突击和攻击	147
机降突击和防御	153
机降营救	156
特种作战	158
特种侦察	158
特种破袭	161
特种夺控	163
特种营救	166
反劫持、反恐怖	171
心理战、电子战	172

未来篇

材料应用更新	177
机动速度更快	181
有效载量更大	183
航电系统先进	186
生存能力更强	189
隐身手段更高	192
火力打击更精	194

探索篇

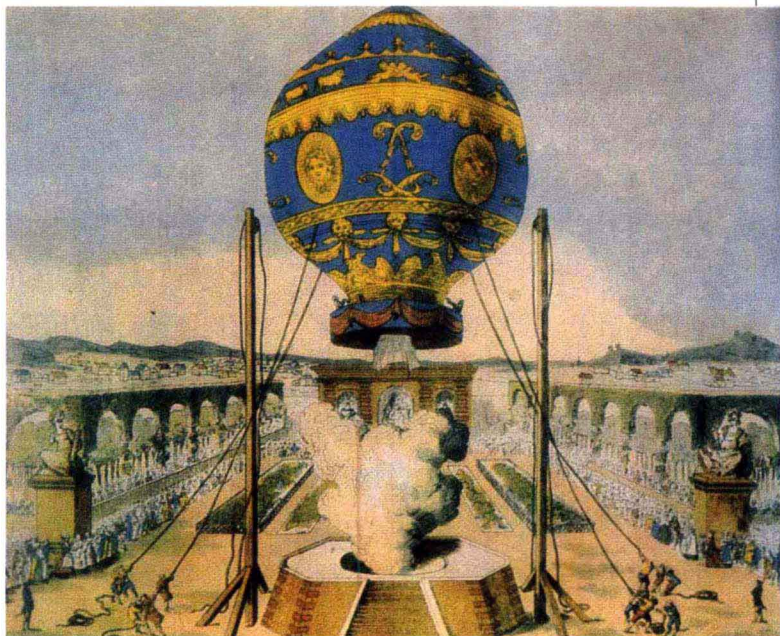




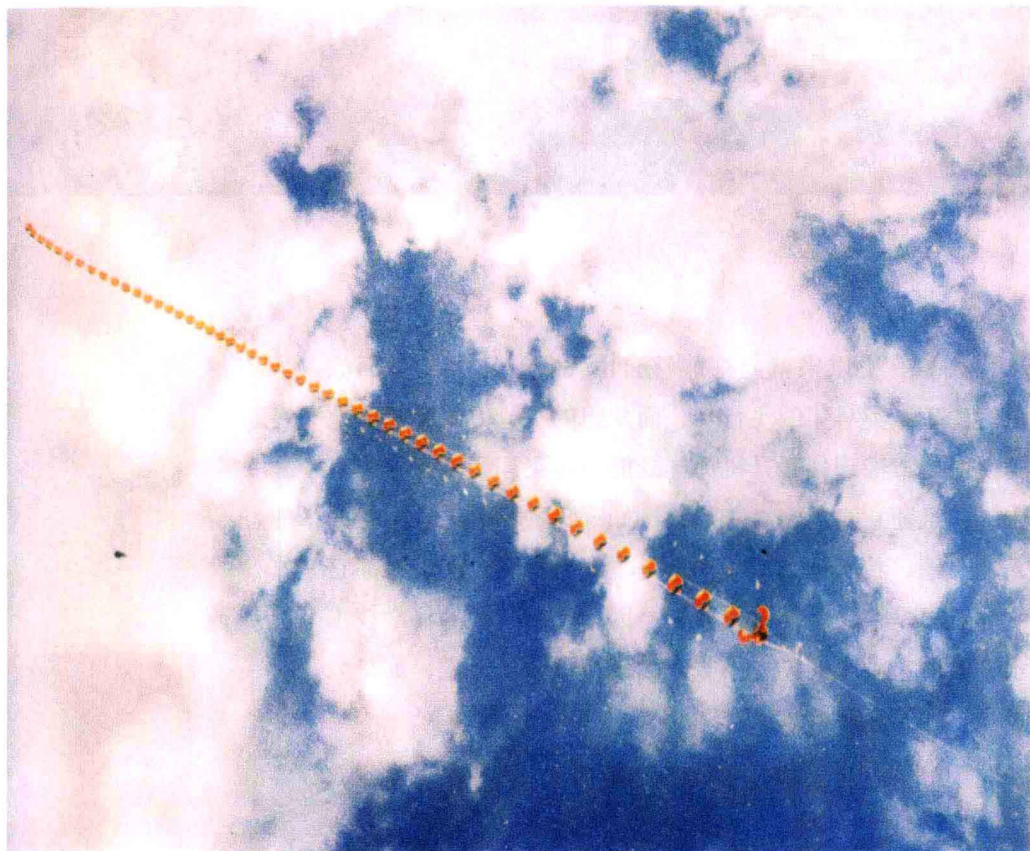
今天，直升机已广泛应用于陆、海、空三军，成为三军作战的重要空中力量。尤其是在现代战争中，无论是在陆地，还是在海上，或者在空中，都有直升机的矫健身影。在直升机发射的炸弹、火箭和导弹爆炸声中，坦克在呻吟，战舰在燃烧。然而，直升机在空中飞行器家族中又是一个不幸的成员，它的问世，就像一个难产的婴儿一样，迟迟不肯降生人世，整整痛苦地孕育了2000多年，不知耗费了多少代人的心血。回顾多年来古人对直升机原理的茫然和对这种茫然的一次次冲击，我们不仅可以了解直升机发展旅程的艰难，而且可以寻访一下直升机的祖先，知道直升机从其祖先一步步演进的很多故事。

飞天梦幻

人类有史以来就向往能够自由飞行。古老的神话故事诉说着人类早年的飞行梦，而梦想的飞行方式都是原地腾空而起，像现代直升机那样既能自由飞翔又能悬停于空中，并且随意实现定点着陆。例如哪吒的风火轮，阿拉伯人的飞毯，希腊神的战车，都是垂直起落飞行器。然而它们毕竟只是存在于神话故事中，因为那个时代的科学技术水平太低，不可能创造出载人的飞行器，可以说，那是人类飞行的幻想时期。



热气球



蜈蚣风筝

自公元前3世纪起，人类就开始研究旋转飞行原理，最早揭示这种原理，又最有价值、最具代表性的是中国古代的“竹蜻蜓”。应该说，中国的“竹蜻蜓”是人类直升机的鼻祖了。虽然这种“竹蜻蜓”没有连续提供动力的装置，在与空气的摩擦过程中旋转速度会越来越慢，当它飞到一定高度后便会慢慢地下降到地面，但它却给了先人升天的梦幻。如果给这种“竹蜻蜓”装上一个适当的动力装置，连续不断地给它提供动力，那么它不就可以克服空气的摩擦力，在空中长时间地飞行了吗？但这又谈何容易。

“竹蜻蜓”于14世纪传到欧洲，被称为“中国的飞行陀螺”。西方人很会造字，他们根据中国陀螺的结构，把陀螺分成两大部分“螺旋”(helix)和“翼”(pteron)，意为“旋转的翼”，用希腊文把两个词合在一起，就形成了helicopter这个词，helicopter就是直升机，因此，人类所用的“直升机”这个词，实际上是根据中国古代的“竹蜻蜓”结构含义而合成的。



中国陀螺——竹蜻蜓

竹蜻蜓

“竹蜻蜓”是中国古代的儿童玩具，这种“竹蜻蜓”是由一个弯曲的竹片和细棍组成，细棍插在竹片中间，人们用手猛搓细棍，然后迅速撒手，竹片就会迅速旋转着飞向空中，最后又回到地面。这很像空中飞行的蜻蜓，只是它是竹片做的。

“竹蜻蜓”大约出现在4世纪，是我国劳动人民智慧的结晶，它利用螺旋桨的空气动力实现垂直升空，演示了现代直升机旋翼的基本工作原理，在直升机的发展过程中起到了重要的启蒙作用。据有可查的历史记载于晋朝（265-420年）葛洪所著的《抱朴子》一书中，描绘了通过旋转的“竹蜻蜓”垂直升空的情景，体现了可以通过螺旋桨产生垂直的向上拉力，实现垂直起降的直升机的基本原理。

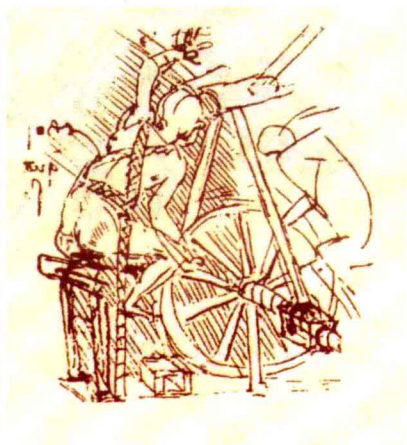
首开先河

达·芬奇

意大利著名画家、学者、航空先驱。1452年4月15日生于意大利的芬奇，1519年5月2日卒于法国克劳克斯。由于他坚持认为研究鸟的飞行是揭开飞行之谜的正确方法，所以从30多岁开始就对鸟的飞行进行了长达20多年的研究。

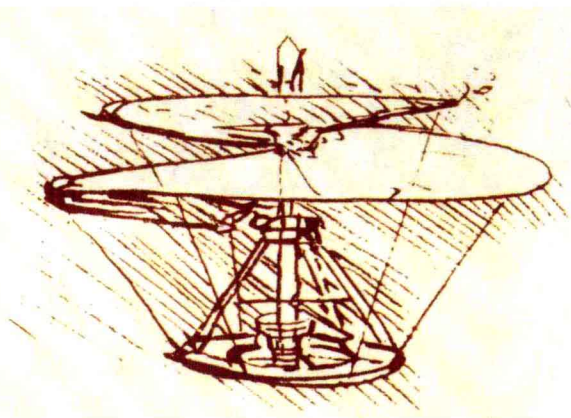
与前人不同，达·芬奇是先通过对鸟飞行的观察、解剖和试验，对鸟的飞行原理有了深刻的认识后，才提出人类有能力仿制一种机器来模仿鸟的全部运动。达·芬奇对飞行问题研究的另一重大贡献是，他认为在研究鸟的飞行的同时，还必须研究飞行的环境，即流动的空气或风对鸟飞行的影响，而空气的运动特性还可以通过水的流动来模拟研究。实际上，现代空气动力学

中国“竹蜻蜓”在欧洲出现后，引起了欧洲人的兴趣。15世纪，欧洲人开始探索直升机的发展道路。最先设想直升机飞行器，并画出了草图的人是意大利的一位著名画家列奥纳多·达·芬奇。他既是一位杰出的画家、发明家、工程师和科学大师，又是航空创始人。1483年，这位艺术与科学的前辈，在前人关于飞行器预言的激励下，在他绘制《蒙娜丽莎》和《最后的晚餐》，设计碾轧机、挖河机，主持城市建筑和军事工程的同时，对直升机产生了浓厚的兴趣，居然对直升机的未来进行了丰富的想象和推理，以他惊人的想象力绘制了世界上第一幅直升机飞行器草图——空气螺锥图，又称列奥纳多螺旋。



达·芬奇

这张直升机飞行器草图很有趣：有直升机螺旋桨，螺旋桨很像螺丝钉，由一个钟表发条装置驱动。7年后，即1490年，他便设计了一种以木料



空气螺锥图

和上了浆的麻布为原料，以弹簧装置为动力的飞行器。达·芬奇将它称为螺旋体。在当时，他和许多设计者一样，都曾设想，所谓垂直升空的飞行器，应该像一枚螺丝钉那样钻到空中去，至于如何使它回到地面，达·芬奇也说不清楚。达·芬奇的画是世界上最早的直升机设计方案图，大概他想仿照当时的提水机械，以阿基米德螺线形状的翼面在空中旋转，实现人垂直升到空中的构想。因为他毕竟是一位画家，在当时也不可能有那么深的研究。所以，达·芬奇的螺旋体（后人称为无尾飞机），在后人看来，是螺旋与机翼“莫名其妙的组合”。可惜的是，达·芬奇这些研究一直未得以发表，他的科学思想和航空成果一直不为人所知。

直到200年后，即18世纪末，拿破仑军队入侵佛罗伦萨，将达·芬奇的遗物作为战利品带回法国，才使它的研究重见天日。达·芬奇绘制的螺旋图以及他设计的飞行器，虽然没有实现垂直升空、自由飞行的夙愿，但却开创了人类设计、制造垂直升空、自由飞行器的先河。

的许多原理就是通过“风洞”和“水洞”得到的。

达·芬奇观察鸟都喜欢逆风飞行，鸟在向前飞行时，翅膀部是与风的方向有一个角度，现代飞机也正是这样飞行的；而达·芬奇认为鸟的升力是来自于翅膀对空气压缩后空气产生的反作用力，这一结论比牛顿的作用力与反作用力理论整整提前了200年，可见达·芬奇研究的超时代意义。达·芬奇把鸟飞行的长期研究结果写成了《论鸟的飞行》一书。书中还有许多飞行器的设计草图，包括扑翼机、降落伞和直升机，并对人类飞行器的发展描绘了十分乐观的前景。

不懈追求

“竹蜻蜓”的复杂原理，让人类久久难以搞清楚。好几百年过去了，西方人才明白螺旋桨曲面在进行剧烈摇动后可以产生神秘的升力，这种力可以提起物体。

1784年，法国博物学家洛努瓦在一名工匠的帮助下，制作了一个直升机模型。这个模型有个很有意思的动力装置——一只用钢制作的桨，桨用线捆在轴的周围。这个直升机飞行器，让许多科学家吃惊，它证明直升机可以升空。但直升机模型本身太重，加之动力不足，无法把自己升起来。

然而，西方人对新生事物的追求十分“固执”，他们绞尽脑汁地去探索、思考。60年后，英国人菲利普斯为直

升机研制了另一种动力装置。这种动力装置的原理类似于我们饭锅产生的蒸汽动力原理。应该说，人类喷气推进装置的发明，归功于菲利普斯。菲利普斯看着自己做的直升机模型很高兴，就拿着到自家门前的场地上进行试飞。这个模型比较重，为36千克左右，然而，在蒸汽的作用下，居然升了起来，最后掉在邻居家的地里。



乔治·凯利