

(美) 雷·D.利奥 著
李丹 黄毅 程颖 等译



“黑鹰”之路

BLACK HAWK

THE STORY OF A WORLD CLASS HELICOPTER



航空工业出版社

“黑鹰”之路

(美) 雷·D.利奥 著

李 丹 黄 毅 程 颖 等译

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书是一部全面介绍“黑鹰”直升机的著作。作者作为“黑鹰”项目的主要负责人之一,通过亲身经历,全面介绍了西科斯基公司如何参与“黑鹰”项目的竞争,如何通过修改设计满足军方要求,试飞过程中对“黑鹰”直升机进行的一系列设计修改,以及“黑鹰”直升机在美国军方和国际客户中的使用情况。本书内容翔实,是了解“黑鹰”直升机难得的图书。

本书可作为设计、生产和使用直升机的部门和专业人员的参考书,也适合从事航空工程研究的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

“黑鹰”之路/(美)利奥(Leoni, R. D.)著;李丹,黄毅,程颖译. —北京:航空工业出版社,2010.7
ISBN 978-7-80243-570-4

I. ①黑… II. ①利…②李…③黄…④程… III.
①军用直升机—简介—美国 IV. ①E926.396

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第114912号

Translated from the English language edition:

Black Hawk: The Story of a World Class Helicopter, by Ray D. Leoni.

Originally published by the American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. ISBN 978-1-56347-918-2 Copyright© 2007 by the American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. All rights reserved.

北京市版权局著作权合同登记

图字:01-2009-7764

“黑鹰”之路 “Heiying” zhi Lu

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

北京凯达印务有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2010年7月第1版

2010年7月第1次印刷

开本:710×1000 1/16

印张:19.25

字数:355千字

印数:1—5000

定价:58.00元

《“黑鹰”之路》译校人员

翻 译：李 丹 黄 毅 程 颖 王志忠 吕 涛

李国如 杨 婧 何 凡 陈 伟

校 对：蔡汝鸿 刘 忠 孙传伟 张晓东 邓 丽

庞涵滢 刘 超 李 翔 徐永辉 曹喜金

于 琦 赵新生 王咏梅

审 校：宁 涛 白 钢 李吉湘 应振华 陈 星

译 序

进入 21 世纪，以直升机为主要装备的陆军航空兵在各国陆军、尤其是三军联合作战体系中的地位与作用日益提升，“陆军航空兵是陆军实现立体作战的关键性要素，没有陆航的陆军就无法构成立体打击集群，就无法形成空地体系作战能力，没有陆航的陆军就不是现代化陆军”的观念已深入人心，陆军航空兵已经进入确立主战兵种地位之后的全速大发展阶段。

兵种发展，装备建设是关键一环。作为陆航主战装备体系“三驾马车”之一，运输直升机的建设与发展得到各国普遍重视。放眼世界，在众多先进的军用运输直升机中，美军 UH-60“黑鹰”通用直升机及其建设发展历程尤其引人注目。自 1979 年首次装备部队以来，“黑鹰”直升机在全战场纵深范围内广泛遂行空中攻击、机降作战、特种作战、战斗支援、勤务保障等任务达 30 余年，同时还参与了大量反恐、人道主义援助等非战争军事行动，充分发挥了其通用性强、多功能的特征，其优异的性能、杰出的表现，深得一线部队及用户的喜爱。30 多年来，UH-60“黑鹰”系列直升机已发展成为一个拥有 10 余种型号，共 3000 多架直升机的庞大家族，在世界范围内拥有超过 40 个的民间与军事机构用户，累计飞行达 500 多万小时，成为了直升机领域中当仁不让的经典。

《“黑鹰”之路》一书由 UH-60“黑鹰”直升机首席设计师、素有“黑鹰之父”之称的雷·D. 利奥所著，该书详细回顾了 UH-60“黑鹰”直升机从无到有及改型的完整发展历程，行文思路清晰、概念明确、数据准确客观。希望该书的翻译出版，可以使我们在了解、掌握世界先进直升机型号建设发展经验与教训的同时，对我们的直升机工业、部队装备建设以及陆航兵种发展起到有益的参考与促进作用。

二〇一〇年六月

前 言

1909 年，我的父亲伊戈尔·西科斯基到巴黎学习航空飞行，当时他拿着一封推荐信找到法国优秀的航空人员、先驱飞行员费迪南德·费伯上尉。初次会面，这位亲切、随和的上尉就给了当时年仅 20 岁的伊戈尔·西科斯基非常有价值的建议。那次会面结束时，费伯说了一句至理名言，大体意思是“……发明一种会飞的机器没什么大不了的，把它制造出来也算不上什么，但能够让这种机器真正飞起来……嗯，这才是真正了不起的事！”

当我看到这本关于通用战术运输机系统 (UTTAS) 原型机的设计、研发，以及“黑鹰”系列直升机及其各种改装型号发展情况的著作时，我再次想起了费伯的那些话。由雷·D. 利奥来讲述这个故事十分合适，在直升机的原型机设计、测试、改装，以及“黑鹰”直升机设计定型赢得美国陆军生产竞争的过程中，他曾先后担任了项目工程经理和项目经理。从 20 世纪 60 年代末提出设想开始，历经 1972 年初美国陆军发布招标书和通用战术运输原型机的研制，到 1976 年确定生产标准，“黑鹰”项目共花了近 10 年的时间。

“黑鹰”系列直升机发展极其迅速，它们服役于美军各兵种，且遍布全球 40 多个国外客户。因拥有非常优秀的设计、研发和管理团队，“黑鹰”已成为衡量其他直升机的标准。

然而，从最初的设计到最终构型，实现其预期的飞行和操作性能是“黑鹰”团队当时面临的最大挑战。幸运的是他们成功地将设计变为现实，让机器“真正飞了起来”。

在航空领域，有些事情亘古不变。

谢尔盖·西科斯基
前西科斯基飞机公司副总裁
2003 年 5 月

序 言

即便从事航空航天事业的人，也很少有人能够真正了解或体会成功研发一架直升机的技术难度。而一个简单的事实是，与执行相同任务的、同等有效载荷的固定翼飞机相比，直升机要复杂得多。为了帮助读者更好地了解直升机的设计科学和艺术，雷·D.利奥进行了有趣的细节描述和解释说明，这是该书的亮点之一。

很显然，“黑鹰”是美国以及世界范围内所研发的大量直升机中最成功的型号之一。UH-60“黑鹰”是首架完全由美国陆军负责管理研发的直升机。该项目从一片空白开始最终发展成高度成功的武器系统，为美军各兵种使用。同时还执行救援任务，在全球范围内为处于困境中的人们带来安全和救济物资。

美国陆军的一些要求对确定该型号直升机的构型起到了非常重要的作用。这些要求直接源于越南战争中所吸取的大量经验教训。技术方面对“黑鹰”的尺寸和重量影响最大的操作要求是陆军对于空中运输能力、生存性和易损性方面的规定，以及高空、高温条件下的速度、爬升和机动方面的迫切要求。规定甚至具体到限定机舱地板离地面的高度，以方便背负战斗装备的人员在“紧急着陆地带”进出机舱。“黑鹰”直升机将创新的设计方法与适当的先进技术相结合，满足了这些要求。

西科斯基公司设计和生产这一成功构型的技术手段也源于一个政府项目；即“独立研究发展”（independent research and development，简称 IR&D）项目。项目中对“黑鹰”产生重大影响的技术成果主要包括双线摆式减振器、斜置尾桨、优化性能和耐久性的钛合金旋翼桨叶大梁的加工方法、无轴承尾桨挠性梁以及弹性体轴承旋翼毂。

西科斯基公司团队以勤奋的工作、创新的理念以及献身精神使美国陆军的目标最终得以实现，打造出了性能高、生存力强、耐久的通用直升机，用于执行通用战术空中运输任务。

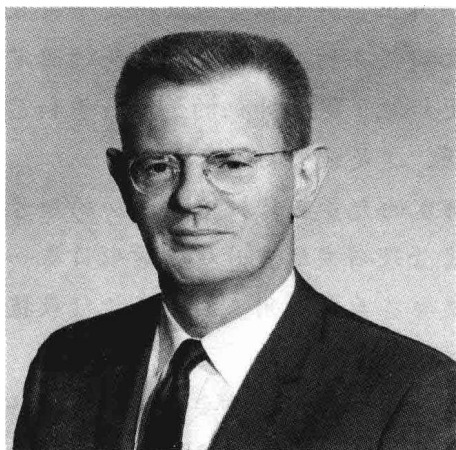
我认为，这本书是有意了解直升机发展历程的读者必读之书。

查利·C.克劳福德

美国陆军退役人员

2005年6月

献 辞



韦斯利·A. 库尔特

谨以此书献给韦斯利·A. 库尔特。韦斯利·A. 库尔特在“黑鹰”项目（当时陆军称之为 UTTAS）的设计和研制阶段曾任西科斯基飞机公司总裁。韦斯利·A. 库尔特原为联合飞机集团公司研究中心主管，1969 年被任命为联合飞机集团公司西科斯基分公司的总裁，负责重建分公司的直升机技术，扭转公司业务下滑的状况。由于他在技术方面有着出众的领导才能，联合飞机集团公司（现更名为联合技术集团公司）得以在航空与航天技术以及一些陌生的领域中保持领先地位。库尔特先生在创建和牵头

燃气涡轮发动机、火箭推进器及其他一些集团感兴趣的技术研究项目上都起到了重要作用。

西科斯基公司在库尔特先生领导下研制的关键性技术包括高性能钛合金旋翼桨叶、低维修弹性体旋翼桨毂、无轴承复合材料尾桨。实践证明，所有这些技术对于“黑鹰”直升机及其改进型号的成功研制都非常重要。这些新技术构成了 1972 年设计 UH-60 “黑鹰”直升机的技术基础，并完全成功地应用在以后西科斯基公司所生产的几种新型直升机上。

“黑鹰”原型机竞争期间，库尔特先生承诺将满足美国陆军的全部要求，这不仅使西科斯基公司在竞争中赢得了一席之地，还最终将“黑鹰”发展成了世界级的通用运输直升机。UTTAS 设计初期，公司在他的带领下为满足陆军所有要求而开发出来的创新技术和设计使“黑鹰”直升机在性能、耐久性和生存性方面都达到了空前的先进程度。这些特征加上固有的结构和性能余量帮助西科斯基公司生产出了最庞大的系列型号。西科斯基公司凭借“黑鹰”及其很多改型重新占领了通用直升机市场，并进一步发展和成功销售了其他新型直升机，像 S-76 和 S-92 系列都采用了库尔特先生在西科斯基飞机公司任期内所研发的技术。

致 谢

本书所讲述的事件、决策、挫折和成功大多发生在 20 世纪 70 年代，时间跨度很大。如果没有很多早期在美国陆军工作过的人士，以及笔者在西科斯基公司的同事们的热情帮助，要对“黑鹰”直升机的成功故事进行准确、连贯的讲述是根本不可能的。这些人都是在 UTTAS 项目立项阶段为“黑鹰”直升机打下根基的英雄。正是在他们的努力下研发出了世界上最成功的通用直升机，并生产了无与伦比的系列改进型号，在世界范围内广泛应用。从赢得竞赛的艰难过程，到解决“黑鹰”原型机早期试飞阶段所遇到的令人头疼的技术难题，很多关键性问题都是从他们的回忆、个人日记和记录中整理出来的，这对“黑鹰”系列改进型号的讲述起到了很大的帮助作用。正是由于他们的众多贡献，笔者才有可能完成这部关于世界级直升机发展历程（从计划阶段到创纪录的生产和任务应用）的纪实之作。

笔者特别要对伊戈尔·I. 西科斯基资料档案公司所提供的“黑鹰”项目早期的相关图片、图样、记录和数据表示感谢。照片经西科斯基飞机公司和伊戈尔·I. 西科斯基资料档案公司授权使用。全书所提到的直升机型号包括 S-55、S-56、S-58、S-61、S-64、S-65、S-66、S-67、S-69、S-70、S-92，都是西科斯基飞机公司所属商标。

特别感谢谢尔盖·西科斯基和查利·C. 克劳福德，他们分别为本书写了前言和序言。两位都毕生致力于直升机事业，为直升机设计、研制和应用做出了重要贡献。特别感谢查利·C. 克劳福德对美国陆军航空做出的贡献。整个“黑鹰”项目中（从早期 UTTAS 概念构想阶段到 UTTAS 原型机发展阶段再到早期“黑鹰”生产、投入使用），查利·C. 克劳福德在技术方面所表现出的杰出领导才能是该项目取得巨大成功的基石。如果推选美国陆军的“黑鹰”直升机之父，查利·C. 克劳福德将当之无愧地获此殊荣。

本书所涉及的见解、观点和立场仅代表笔者一家之见。

作者

目 录

第一章 “黑鹰”概况	1
第二章 公司存亡	17
第三章 设计取胜	35
第四章 旋翼的选择	60
第五章 生存至上	84
第六章 计划到首飞	109
第七章 飞起来才是硬道理	121
第八章 陆军试飞	152
第九章 最终选择和生产	167
第十章 “黑鹰”系列	183
第十一章 国际“鹰”家族	224
参考文献	291
作者简介	293

第一章 “黑鹰” 概况

有人置疑，为什么提到飞行器时，人们第一反应很少会是直升机。这其实并不奇怪，因为人们通常并不会乘坐直升机出行。但也的确有一些特殊的人群，由于某些经历，一提起飞行器，首先想到的可能就是直升机。比如成千上万曾在自然灾害中得到直升机救援的人，他们一说到飞行器自然马上想到的就是直升机和他们的获救经历。自直升机发明以来，很多灾难性事件，如近来发生的印尼海啸、美国的“卡特里娜”飓风、巴基斯坦的地震等自然灾害，救援直升机飞临的画面在人们头脑中留下了深刻的印象，且有这种印象的人还在持续增多。

历史学家估算，自 1945 年 11 月 29 日，直升机首次实施海上救援任务以来，直升机在全球范围内救援的人数超过了 300 万。当天，来自东北方向的强风暴袭击了长岛海峡，一场救援行动就在康涅狄格州海岸展开。使用直升机展开救援是因为当时并没有其他救援方法。两名绝望的船员在驳船上漂浮，眼见正被强风吹向潘菲尔德暗礁的岩石。实施救援的直升机是西科斯基公司的 R-5 机型，当时的飞行员是吉米·瓦伊纳——伊戈尔·西科斯基的外甥。西科斯基公司于 1939 年 9 月成立，当时成立仅仅 6 年。瓦伊纳是这家新兴公司的主要飞行员，曾试飞过首架研制成功的直升机，他有着超乎常人的勇气和出色的飞行技巧，而且最重要的是瓦伊纳对自己舅舅研制的直升机非常有信心。

救援行动在极端恶劣的天气条件下成功实施，这让身陷绝境的人们把救援直升机视作天使。在潘菲尔德暗礁首次实施救援后（见图 1-1），直升机在全球范围内共展开了数万次救援行动，伊戈尔·西科斯基的梦想变成了现实。

很多军人因经常乘直升机往返于世界各个战区，头脑中首先想到的也会是直升机。另外还有一些人会第一时间想到直升机，比如乘直升机从事海上石油钻探的工作人员，执行直升机医疗后送任务的机务人员，进行边境巡逻、执法飞行，或其他很多只有利用直升机独特的飞行特点才能完成任务的人员，还有一些设计和生产直升机的



图 1-1 一艘驳船被强风吹向长岛海峡的礁石，船上两名船员被救援直升机解救。此次救援行动在靠近康涅狄格州布里奇波特的西科斯基公司工厂展开，得知驳船上的船员遭遇险情后，直升机迅速安装了一种新设计的救援吊车实施救援

报道。由于某些情况下只有使用直升机才能对受困民众实施救援，且营救过程中飞行任务难度大，因此，“黑鹰”直升机和其所营救的民众频频在电视和杂志上亮相。

2005 年，“卡特里娜”飓风袭击美国，美军各军种的“黑鹰”改进型号立即出



图 1-2 两名儿童被从洪水淹没的房屋顶上安全吊起

专业人士，提供训练、维修保养、修理勤务以及与直升机基础设施有关的工作人员。

如果再来猜一猜人们目前下意识地想到或说出的直升机具体会是哪种，那答案可能就是“黑鹰”，或者可能是在美国海军、空军或海岸警卫队服役的某种“黑鹰”改进型。早期可能是“休伊”直升机，因为当时在越南战争中媒体曾对 UH-1 的军事行动进行过大量报道。

1978 年，“黑鹰”直升机投入使用后，媒体对“黑鹰”在战场上和全球人道主义救援方面的表现都进行了史无前例的关注和

动，参加了救援行动。直升机从遭受飓风巨大破坏的路易斯安那州成功营救出 35000 多人。图 1-2 ~ 图 1-5 为“卡特里娜”救援行动中的一些具有代表性的图片。

美国陆军 UH-60L “黑鹰”直升机同海岸警卫队的“桤鹰”、海军的“海鹰”以及空军的“铺路鹰”一同参加了救援行动。图 1-2 为“卡特里娜”飓风来袭后，陆

军的 UH-60L 将困在房顶上的儿童吊运到直升机上。

图 1-3 为美国海岸警卫队的 HH-60J “桤鹰”在将海岸警卫队成员和被困人员安全吊运到机舱中。



图 1-3 标准操作程序要求使用吊索将受过训练的救援机务人员从机舱中放下，以便对受困民众实施救援

美国海军很多“海鹰”机型与陆军和空军的相应机型都参加了“卡特里娜”救援行动。图 1-4 为一架来自驻守梅波特的 HSL-40 中队的 SH-60B 直升机正在实施救援。

佐治亚州穆迪空军基地第 38 救援中队的美国空军“铺路鹰”直升机在“卡特里娜”救援行动中多次执行任务，图 1-5 即为其一次救援任务。

在遭遇自然灾害时，美国军用直升机根据要求提供援助，抢险救灾。2005 年 1 月，印尼和其他一些国家遭海啸袭击，直升机承担了人道主义救援任务。在众



图 1-4 一位老人被水中救援人员蒂姆·霍金斯吊运到了安全的地带。蒂姆·霍金斯是驻梅波特的美国海军 HSL-40 中队的 SH-60B “海鹰”直升机机组成员。蒂姆·霍金斯没忘记带上这位老人的手杖



图 1-5 HH-60G “铺路鹰”的机务人员莱姆·托里斯
将一名儿童送到安全地点

多类似的灾难性事件中，直升机都表现突出。在当地没有机场的情况下，为幸存者运输食物和医药的任务自然就由直升机来承担。图 1-6 和图 1-7 为 2005 年海啸过后，美国空军和海军直升机正在运输急需的食品和医药补给。



图 1-6 印尼海啸过后，美国空军 HH-60G “铺路鹰”直升
机正在卸载急需的食品补给

以上各图片中所示美国陆军、海军和空军的机型为众多“黑鹰”系列改进型号中的几种。“黑鹰”直升机从研制生产以来，历经 35 年的发展，它开始于美国陆军启动的新型通用直升机研制项目，其主要任务是向战场运送兵力。该项目的主要目



图 1-7 海啸过后，美国海军 MH-60S “骑士鹰”直升机在运送物资

标是与上一代直升机相比，能够更安全、快速地运送 11 人一班的全副武装士兵，而且要能在极端恶劣的天气、温度和任何海拔条件下完成任务。中东地区的温度和海拔条件确立了典型的沙漠作战行动的基本性能要求（见图 1-8）。

新型通用直升机研制项目启动以来所生产的“黑鹰”及其改进型号已超过 3000 架，且很有可能会在其寿命期内再进行同等数量的追加生产，这些直升机可以一直服役至 21 世纪。目前，世界范围内有超过 40 家民间组织和军事机构正在使用“黑鹰”或其改进机型执行各种专项任务。



图 1-8 “沙漠风暴”行动中的美国陆军 UH-60A 直升机

“黑鹰”之路

“黑鹰”直升机因其独有的特质，尤其是飞行性能，赢得了该时期世界级通用直升机的地位。本书讲述的即是“黑鹰”直升机所取得的辉煌成就。

本书介绍了西科斯基飞机公司从当时如何不被专家看好，认为该公司并不具备实力来竞争这项可能是最大规模的美国陆军直升机项目，到公司如何组建合适的团队、形成正确的策略、采用恰当的技术战胜最强大的竞争对手。西科斯基公司几乎满足了用户的全部要求，这成为其获胜的关键因素。该公司以适当的尺寸进行新技术验证，最大限度地降低了技术风险，这在竞争中非常重要。本书还重点讲述了技术盲点所造成的影响，以及因理论与实际之间不可避免的差异导致的小故障。

美国陆军“黑鹰”项目所研制出的直升机技术先进，满足了陆军各项要求。该项目的研发基本上未超出政府规定的预算，且符合预期的生产日程安排。这次成功主要有3个关键因素。首先是在设计/研发阶段，陆军做到了避免在技术要求上做出大的改动；其次是“黑鹰”设计方案所采用的技术较为先进且经过验证；第三是陆军在“黑鹰”项目上采取了先试飞再购买的采购策略，致使两家极具实力的直升机公司为取得最终的生产权相互之间展开竞争。在“黑鹰”原型机项目中，激烈的竞争促成了创新的设计方案，也使问题得到了及时解决，同时产生了极低的报价。实力强大的竞争对手促使西科斯基公司在原型机阶段就研制出了一套较好的“黑鹰”直升机系统。毫无疑问，美国军方，特别是美国陆军，是该项目的最大受益者，这主要归功于陆军的采购策略以及西科斯基飞机公司的不懈努力。

“黑鹰”的起源

“黑鹰”项目是怎样开始的？为何需要该项目？这大概要从20世纪50年代的朝鲜战争说起，但其性能要求是在20世纪60年代的越南战争中形成、确定的。美国陆军根据以往很多直升机机型的战斗经验和在不同气候条件下的表现，确定了UH-60“黑鹰”直升机的技术要求。

朝鲜战争期间，美国陆军率先使用了采用活塞式发动机的H-19通用直升机（见图1-9），极大地提升了战场机动性。兵力运输和再补给也首次摆脱了地面车辆因地形限制所造成的速度慢或经常无法行驶、运输的局面，伤员后送也不再受地形限制，

可用直升机快速运送到安全医疗点进行救治。直升机当时正在取代卡车，一如过去卡车取代马匹一样。

直升机早期所取得的成功促进了现代陆军战术空中机动概念的确立。1962年，汉密尔顿·豪兹将军曾发表过这样的观点：“空中机动战术是具有革命性的，在军事史上绝对不会再有任何一次重大战役可以离开垂直起飞的飞行器所发挥的显著的、决定性作用……陆军航空兵正在永久性地改变着地面战争的艺术和科学。”

从那以后，美国陆军的每一次军事行动，从地面战斗中所使用的战术和设备来看，都印证了豪兹将军的预言。在越南战争中，地面兵力的部署完全由直升机负责，因此，越南战争又被称为“第一次直升机战争”。战争初期，服役的作战直升机（包括UH-34）所使用的发动机采用的是较老的活塞发动机技术（见图1-10）。这些直升机后为采用涡轮发动机的UH-1“休伊”所取代，见图1-11和图1-12。



图 1-9 1953 年 5 月，来自美国第 8 陆军的美国陆军 H-19（西科斯基公司 S-55）正向韩国板门店附近的第 35 步兵团运送 C 级补给



图 1-10 1966 年 8 月，美国海军陆战队的 UH-34（西科斯基公司 S-58）在越南甘露附近