

海洋石油直升机 安全管理

◎ 王 伟

OFFSHORE OIL

中国石油大学出版社

海洋石油直升机安全管理



海洋石油直升机安全管理

★编著 王伟

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

海洋石油直升机安全管理/王伟编著. —东营:中国石油大学出版社, 2008. 2

(海洋石油健康安全环保管理丛书)

ISBN 978-7-5636-2489-8

I. 海… II. 王… III. 海上油气田—石油工程—直升机—安全管理 IV. TE95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 008855 号

书 名:海洋石油直升机安全管理
作 者:王 伟

责任编辑:刘 洋
封面设计:王凌波

出 版 者:中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)
网 址:<http://www.uppbook.com.cn>
电子信箱:shiyoujiaoyu@126.com
印 刷 者:青岛星球印刷有限公司
发 行 者:中国石油大学出版社(电话 0546—8392791, 8392563)
开 本:185×260 印张:13.75 字数:322 千字
版 次:2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
定 价:35.00 元

海洋石油健康安全环保管理丛书

编 委 会

主 任：宋立崧

副主任：冯景信 魏文普

编 委：熊志强 李 翔 章 焱 王 伟

仰晓屹 刘 涛 陈 戎 陈树春

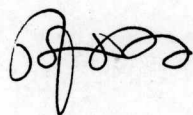
郑 珂 韩 顺 薛 波 粟 驰

序

海洋石油工业是世界上公认的安全风险最大的行业之一。海洋石油作业环境恶劣，危险因素多，一旦发生事故，逃生和救援的难度很高。在世界海洋石油工业历史上，曾多次发生重、特大事故。

中国海洋石油在20多年的勘探开发过程中，不断汲取先进的健康安全管理理念，不断探索和实践，形成了良好的管理经验，有了合适的法规和标准，并初步形成了健康安全环保管理体系。在公司业务不断拓展的形势下，健康安全环保管理面临新的挑战，也需要持续改进。特别是随着事业高速发展，大量新员工进入海洋石油作业队伍。这样，提高作业人员的安全意识、安全知识、安全技能，让他们掌握良好的管理经验，就成为当前健康安全环保管理的首要任务。

希望健康安全环保部组织编写的海洋石油健康安全环保管理丛书能为作业人员素质的提高，为健康安全环保监督管理人员培养的加快，为公司健康安全环保管理理念的贯彻，为管理人员知识和技能的提高，为总公司“执行文化”的建设，为推行作业班组“五想五不干”发挥积极的作用，从而防微杜渐，减少员工不安全行为，最终避免发生事故。



2007年6月

丛书前言

“安全生产永远是企业管理的薄弱环节，海上石油作业高风险的特点和我们应对自然灾害有限的能力，始终让我们寝食难安”，傅成玉总经理在中国海油2007年领导干部会上一番话让我们认识到：安全环保——怎么强调都不过分！

中国海油在20多年的发展过程中形成了独具海洋石油特色的安全文化：以体系化管理为手段；以“五想五不干”为作业现场安全行为准则；强调“执行文化”，等等。但是，海洋石油开发所处的是高风险的环境，这样的现实情况决定了要保证公司持续快速健康发展，就必须有完善的制度体系、坚决的贯彻执行和不断的持续改进。

然而，一个规模较大、产业链较长的集团公司，公司管理理念和各项制度逐级推行至基层作业单位，最终转化为基层管理和作业人员的切实行动，是一个循序渐进的过程。在这个过程中，如何让各级管理者充分理解公司理念和有效落实制度体系，并保证各级单位在思想上和行动上的一致呢？这是一个值得深入思考和探究的问题。

我们组织编写了这套海洋石油健康安全环保管理丛书，立足于探索，根本的出发点是拥有一套完整的管理性的教材，培训与安全环保绩效直接相关的人员，如现场经理、总监、安全监督等关键岗位。同时，鼓励他们培训其他员工，提高全员健康安全环保素质，以此来保障公司的持续快速健康发展。

海洋石油健康安全环保管理丛书以公司管理理念为主线，以中国海油健康安全环保工作的管理框架为背景，详细介绍了各职能岗位所

涉及的具体制度和做法。丛书体系完整，规划合理，涵盖了海洋石油健康安全环保管理工作中的大多数内容。全套丛书的编写思路大体上保持一致，均以贯彻国家相关法律法规为出发点，系统阐述为落实国家法律法规、公司理念政策而形成的一系列制度和具体做法，尽力向读者介绍中国海油和国际上同类公司最新、最实用、最有效的管理实践和经验。

海洋石油健康安全环保管理丛书是中国海油第一套全面系统地介绍安全环保管理的正式出版物。丛书由中国海油总部健康安全环保部的工作人员利用业余时间编写完成。丛书写作过程中参考了大量国内外同行的资料 and 良好作业实践，在此谨向这些资料的作者表示由衷感谢！

健康安全环保领域是一个不断发展、不断创新的领域，时常有新的课题、新的思想、新的做法出现。希望本套丛书的出版能对海洋石油健康安全环保管理工作起到积极的推动作用。但由于编写者的时间和精力有限，书中难免存在值得探讨和改进的地方，希望同行专家和读者与我们交流，共同促进海洋石油健康安全环保管理水平的提高。

海洋石油健康安全环保管理丛书编委会
2007年6月

直升机在民用领域有着十分广泛的用途，尤其对我国近海石油勘探、开发、生产起到了重要的作用。我国直升机近海石油飞行服务开始于1978年5月24日，30年来在海上油气勘探、开发、生产中起到了重要作用。中国海油在与各直升机公司的共同努力下，近9年来没有发生一起直升机事故。直升机安全管理水平的高低将直接影响到海洋石油勘探、开发、生产，因此，不断提高直升机安全管理水平已成为各方的共识和需求。本书旨在通过对直升机的特性、发达国家的一些良好做法、与直升机有关的法律法规及事故案例分析等方面的研究，阐述海洋石油直升机安全管理的基本方法。本书是中国海洋石油总公司健康安全环保管理系列培训教材之一。

全书共分五章。第一章主要介绍了直升机的发展史和直升机的分类，并对直升机在民用领域，尤其是在海洋石油领域的应用情况进行了特别的介绍；第二章主要介绍了直升机的构造原理、飞行原理、操纵特性以及海洋石油直升机的机型与性能；第三章介绍了海洋石油直升机的服务特点、飞行机组及其他人员要求、直升机运行支持服务要求、平台接机程序及应急培训、气象保障与通讯联络、海洋石油直升机安全管理等六个方面内容，系统地阐述了海洋石油直升机运行安全管理的要求和基本做法；第四章简要介绍了国际航空安全公约的发展、我国民用航空法律的立法现状以及相关的法律法规，此外还特别介绍了中国海油的直升机管理政策；第五章介绍了近年来通用航空、直升机事故统计及原因分析，以及我国海洋石油服务中的直升机事故案例。在附录中收集了一些与直升机有关的资料，以供

学习参考。

本书在编写过程中参考了大量的文献资料，并得到了中信海直的宁志和、南方航空珠海直升机公司的李富文、吴伟洪等人员的大力帮助和支持，承蒙中国海油健康安全环保部总经理宋立崧先生审阅并提出宝贵意见，谨此表示衷心的感谢。

由于作者水平和经验的限制，书中难免有不当之处，敬请专家、读者批评指正。

编者

2007年10月

CONTENTS >>> 目 录

第一章 概 述 /001

- 第一节 直升机发展简述 /001
- 第二节 直升机的分类 /006
- 第三节 直升机在民用领域中的应用和发展 /008
- 第四节 海洋石油直升机服务现状 /017

第二章 直升机主要特性 /023

- 第一节 直升机构造原理 /023
- 第二节 直升机飞行原理 /041
- 第三节 直升机的操纵特点 /053
- 第四节 海洋石油直升机机型与性能 /059

第三章 海洋石油直升机运行安全管理 /065

- 第一节 海洋石油直升机服务特点 /065
- 第二节 飞行机组及其他人员的要求 /067
- 第三节 直升机运行支持服务要求 /080
- 第四节 平台接机程序及应急培训 /113
- 第五节 气象保障与通讯联络 /121
- 第六节 海洋石油直升机安全管理 /126

第四章 航空安全法规 /134

- 第一节 国际航空安全公约发展 /134
- 第二节 我国民用航空立法现状 /137

	第三节 中华人民共和国民用航空法 /138
	第四节 小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则/139
	第五节 中国民用航空安全检查规则 /143
	第六节 通用航空飞行管制条例 /143
	第七节 中国民用航空危险品运输管理规定 /144
	第八节 海洋石油作业租用直升机安全管理规则 /146
	第九节 中国海洋石油直升机管理政策 /147
第五章	直升机事故与案例 /149
	第一节 通用飞行事故统计分析 /150
	第二节 民用直升机飞行事故统计和原因分析 /152
	第三节 我国民用直升机事故案例 /164
附录 A	术语词汇表 /173
附录 B	手势 /180
附录 C	不同类型直升机的危险区域 /183
附录 D	直升机应急程序及救生设备使用图解 /184
附录 E	世界主要直升机性能 /187
附录 F	移动甲板俯仰、滚动和起伏限制 (规范性附录) /198
附录 G	S92 直升机结构图 /199
附录 H	危险货物包装标志 (GB 190—90) /200
附录 I	世界主要直升机生产厂商网址/201
附录 J	民用直升机飞行事故征候标准 (MH 2001—2004) /203
	参考文献 /207

19 世纪末,在意大利的米兰图书馆发现了达·芬奇在 1475 年画的一张关于直升机的想象图(见图 1-2)。这是一个用上浆亚麻布制成的巨大螺旋体,看上去好像一个巨大的螺丝钉。它以弹簧为动力旋转,当达到一定转速时,就会把机体带到空中。驾驶员站在底盘上,拉动钢丝绳以改变飞行方向。西方人都说,这是最早的直升机设计蓝图。

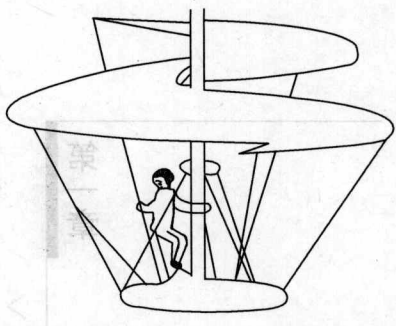


图 1-2 达·芬奇的直升机草图

《简明不列颠百科全书》第 9 卷写道:“直升机是人类最早的飞行设想之一,多年来人们一直相信最早提出这一想法的是达·芬奇,但现在都知道,中国人比中世纪的欧洲人更早做出了直升机玩具。”

一、直升机发展历程

(一)人类第一架直升机

1907 年 8 月,法国人保罗·科尔尼研制出一架全尺寸载人直升机,并在同年 11 月 13 日试飞。这架直升机被称为“人类第一架直升机”。这架名为“飞行自行车”的直升机不仅靠自身动力离开地面 0.3 m,完成了垂直升空,而且还连续飞行了 20 s,实现了自由飞行。

保罗·科尔尼研制的直升机带两副旋翼,主结构为一根“V”形钢管,机身由“V”形钢管和 6 个钢管组成的星形构件组成,并采用钢索加强,以增加框架结构的刚度。“V”形框架中部安装 1 台 24 hp(1 hp=735.499 W)的 Antainette 发动机和操作员座椅。机身总长 6.20 m,质量 260 kg。“V”形框架两端各装一副直径为 6 m 的旋翼,每副旋翼有两片桨叶。

(二)世界上第一种试飞成功的直升机

1938 年,年轻的德国姑娘汉纳赖奇驾驶一架双旋翼直升机在柏林体育场进行了一次完美的飞行表演。这架直升机被直升机界认为是世界上第一种试飞成功的直升机。

1936 年,德国福克公司在对早期直升机进行多方面改进之后,公开展示了自己制造的 FW61 直升机,一年后该机创造了多项世界纪录。这是一架机身类似固定翼飞机,但没有固定机翼的大型双旋翼横列式直升机,它的两副旋翼用两组粗大的金属架分别向右上方和左上方支起,两副旋翼水平安装在支架顶部。桨叶的平面形状是尖削的,用挥舞铰和摆振铰连接到桨毂上。使用自动倾斜器使旋翼旋转平面倾斜从而进行纵向操纵,通过两副旋翼朝不同方向倾斜实现偏航操纵。旋翼桨叶总距是固定不变的,通过改变旋翼转速来改变旋翼拉力。利用方向舵和水平尾翼来增加稳定性。旋翼桨毂上装有周期变距装置,在旋翼旋转过程中可改变桨叶桨距。此外还有一根可变动桨距的操纵杆用来改变旋翼面的倾斜度,以实现飞行方向控制。FW61 就是靠这套周期变距装置和操纵杆保证了它的机动飞行。该机旋翼直径 7 m,动力装置是一台功率 140 hp 的活塞发动机。这是世界上第一架具有正常操纵性的直升机。该机时速 100~120 km/h,航程 200 km,起飞质量 953 kg。

代直(三)第一种实用直升机

1939 年春,美国的伊戈尔·西科斯基完成了 VS-300 直升机的全部设计工作,同年夏天制造出一架原型机。这是一架单旋翼带尾桨式直升机,装有 3 片桨叶的旋翼,旋翼直径

8.5 m,尾部装有两片桨叶的尾桨。其机身由钢管焊接结构,由“V”形皮带和齿轮组成传动装置。起落架为后三点式,驾驶员座舱为全开放式。动力装置是一台四缸、75 hp 的气冷式发动机。这种单旋翼带尾桨直升机构型成为现在最常见的直升机构型。

自首次系留飞行以来,西科斯基不断对 VS-300 进行改进,逐步加大发动机的功率。1940 年 5 月 13 日,VS-300 进行了首次自由飞行,当时安装了 90 hp 的富兰克林发动机。

(四)世界上第一种投入批量生产的直升机

R-4 是美国沃特-西科斯基公司 20 世纪 40 年代研制的一种两座轻型直升机,是世界上第一种投入批量生产的直升机,也是美国陆军航空兵、海军、海岸警卫队和英国空军、海军使用的第一种军用直升机。

该机的公司编号为 VS-316 和 VS-316A。美国陆军航空兵的编号为 R-4,美国海军和海岸警卫队的编号为 HNS-1,英国空军将其命名为“食蚜虻 1”(Hoverfly 1),英国海军将其命名为“牛虻”(Gadfly)。

二、不同年代直升机的技术特征

在过去的大约半个世纪中,直升机在技术上经历了几次重大的突破性发展。从技术特征来看,大致可分为 4 代。

(一)早期的活塞式发动机和木质桨叶直升机

20 世纪 40 年代至 50 年代中期是实用型直升机发展的第一阶段。这个阶段的典型机种有:美国的 S-51、S-55/H-19、Bell 47;前苏联的米-4、卡-18;英国的布里斯托尔-171;捷克的 HC-2 等。这些直升机可称为第一代直升机。

Bell 47 是美国贝尔(Bell)直升机公司研制的单发轻型直升机,研制工作开始于 1941 年,试验机 Bell 30 于 1943 年开始飞行,1945 年改名为 Bell 47,1946 年 3 月 8 日获得美国民用航空署(CAA)的适航证,成为世界上第一架取得适航证的民用直升机。该机是单旋翼带尾桨式布局、两片桨叶的跷跷板式旋翼。旋翼下面有稳定杆,与桨叶呈直角。普通的自动倾斜器可进行总距和周期变距操纵。尾梁后部有两片桨叶的全金属尾桨。

卡-18 是前苏联卡莫夫设计局设计的单发双旋翼共轴式轻型多用途直升机,于 1957 年中首次飞行,此后不久投入批量生产。采用两副旋转方向相反的三桨叶共轴式旋翼,桨叶为木质结构。装 1 台 275 hp 的九缸星形活塞式发动机。机身由钢管焊接结构,具有轻金属蒙皮和硬壳式尾梁。座舱内可容纳 1 名驾驶员和 3 名旅客。采用四轮式起落架,前起落架机轮可以自由转向。

这个阶段的直升机具有以下特点:

(1)动力源采用活塞式发动机,这种发动机功率小,比功率低(约 1.3 kW/kg),比容积低(约 247.5 kW/m^3)。

(2)采用木质或钢木混合结构的旋翼桨叶,寿命短,约为 600 飞行小时。桨叶翼型为对称翼型,桨尖为矩形,气动效率低,旋翼升阻比为 6.8 左右,旋翼效率通常为 0.6。

(3)机体结构采用全金属构架式,空重与总重之比较大,约为 0.65。

(4)没有必要的导航设备,只有功能单一的目视飞行仪表,通信设备为电子管设备。

(5)动力学性能不佳,最大飞行速度低(约为 200 km/h),振动水平在 0.25 g 左右,噪声

水平约为 110 dB,乘坐舒适性差。

(二) 涡轮轴发动机和金属桨叶直升机

20 世纪 50 年代中期至 60 年代末是实用型直升机发展的第二阶段。这个阶段的典型机种有:美国的 S-61、Bell 209/AH-1、Bell 204/UH-1;前苏联的米-6、米-8、米-24;法国的 SA321“超黄蜂”等。这个时期开始出现专用武装直升机,如 AH-1 和米-24。这些直升机被称为第二代直升机。

这个阶段的直升机具有以下特点:

(1) 动力源开始采用第一代涡轮轴发动机。涡轮轴发动机产生的功率比活塞式发动机大得多,使直升机性能得到很大提高。第一代涡轮轴发动机的比功率约为 3.62 kW/kg ,比容积为 294.9 kW/m^3 左右。

(2) 直升机旋翼桨叶由木质和钢木混合结构发展成全金属结构,寿命达到 1 200 飞行小时。桨叶翼型为非对称翼型,桨尖简单尖削与后掠,气动效率有所提高,旋翼升阻比达到 7.3,旋翼效率为 0.6。

(3) 机体结构为全金属薄壁结构,空重与总重之比降低到 0.5 左右。采用减震的吸能起落架和座椅。机体外形开始考虑流线化,以减小气动阻力。直升机座舱开始采用纵列式布置,使机身变窄。

(4) 性能明显改善,最大飞行速度达到 $200 \sim 250 \text{ km/h}$,振动水平降低到 0.15 g 左右,噪声水平为 100 dB,乘坐舒适性有所改善。

(三) 第三代直升机

20 世纪 70 年代至 80 年代是直升机发展的第三阶段,典型机种有:美国的 S-70/UH-60“黑鹰”、S-76、AH-64“阿帕奇”;前苏联的卡-50、米-28;法国的 SA365“海豚”;意大利的 A129“猫鼬”等。

在这一阶段,出现了专门的民用直升机。为了深入研究直升机的气动力学和其他问题,这时也设计制造了专用的直升机研究机(如 S-72 和 Bell 533)。各国竞相研制专用武装直升机,促进了直升机技术的发展。

这个阶段的直升机具有以下特点:

(1) 涡轮轴发动机发展到第二代,改用了自由涡轮轴结构,因此具有较好的转速控制特征,改善了启动性能,但加速性能没有定轴结构的好。发动机的质量和体积有所减小,寿命和可靠性均有提高。典型的第二代涡轮轴发动机耗油率为 $0.36 \text{ kg/(kW} \cdot \text{h)}$,与活塞式发动机差不多。

(2) 旋翼桨叶采用复合材料,其寿命比金属桨叶有大幅度提高,达到 3 600 h 左右。翼型不再借用固定翼飞机的翼型,而是采用为直升机专门研制的翼型,即二维曲线变化翼型。桨尖呈抛物线后掠。桨毂广泛使用弹性轴承,有的为无铰式。尾桨已开始采用效率高又安全的涵道尾桨。旋翼升阻比达 8.5 左右,旋翼效率提高到 0.7 左右。

(3) 机体结构也采用复合材料制造,复合材料占机体总质量的比例通常为 10% 左右,直升机的空重与总重之比一般为 0.5。

(4) 电子系统已发展为半集成型,采用大规模集成电路通讯设备、集成的自主导航设备、集成仪表、电子式与机械式混合操纵机构等。机上的电子设备之间靠一条双向数字数据总

线交连,通过这条总线可进行信息发射和接收。直升机采用混合布置的局部集成驾驶舱。第一代夜视系统的使用使直升机具备了夜间飞行能力。这些较为先进的半集成电子设备使直升机通讯距离显著增大,导航距离与精度明显提高,仪表数量有所减少,飞行员工作负荷得到减轻,也使直升机具备了机动/贴地飞行以及在不利气象/夜间条件下的飞行能力,从而提高了直升机的整体性能。

(5)动力学性能明显提高。直升机的升阻比达到 5.4,全机振动水平约为 0.1 g,噪声水平低于 95 dB,最大飞行速度达到 300 km/h。

(四)现代直升机

20 世纪 90 年代是直升机发展的第四阶段,出现了目视、声学、红外及雷达综合隐身设计的武装侦察直升机。这个阶段的典型机种有:美国的 RAH-66 和 S-92,国际合作的“虎”、NH90 和 EH101 等。这些直升机被称为第四代直升机。

这个阶段的直升机具有以下特点:

(1)采用第三代涡轮轴发动机,这种发动机虽然仍采用自由涡轮轴结构,但采用了先进的发动机全权数字控制系统及自动监控系统,并与机载计算机管理系统集成在一起,有了显著的技术进步和综合特性。第三代涡轮轴发动机的耗油率仅为 0.28 kg/(kW·h),低于活塞式发动机的耗油率。有代表性的第三代涡轮轴发动机有 T800,RTM322 和 RTM390。

(2)桨叶采用碳纤维、凯芙拉等高级复合材料制成,桨叶寿命大大延长。新型桨尖形状繁多,较突出的有抛物线后掠形和先前掠后再掠形(如 BERP 桨尖)。这些新型桨尖的共同特点是可以减弱桨尖的压缩性效应,改善桨叶的气动载荷分布,降低旋翼的振动和噪声,提高旋翼的气动效率。球柔性轴承获得了广泛应用,桨毂壳体及桨叶的连接件采用复合材料,使结构更为紧凑,质量大为降低,阻力大大减小。旋翼升阻比达到 10.5,旋翼效率为 0.8。这个阶段应用了无尾桨反扭矩系统,其优点是具有良好的操纵响应特性,振动小、噪声低,不需要尾传动轴和尾减速器,使零部件数量大大减小,从而提高了可维护性。

(3)复合材料在直升机上获得了前所未有的广泛应用。直升机开始采用复合材料主结构,复合材料的应用比例大幅度上升,通常占机体结构总质量的 30%~50%。这一时期的民用型直升机的空重与总重之比约为 0.37。

(4)电子设备高度集成化。计算机技术、信息技术及智能技术在直升机上得到应用,直升机电子设备朝着高度集成化方向发展。这一时期的直升机采用了先进的增稳增控装置,用电传、光传操纵取代了常规的操纵系统;采用先进的卫星导航设备及组合导航技术,先进的通讯、识别及信息传输设备,将总线信息传输与数字技术融合,并正向与传感器融合的方向发展;采用了多功能集成显示技术,用少量多功能显示器代替大量的单个仪表,通过键盘控制显示直升机的飞行信息,利用中央计算机对通讯、导航、飞行控制、系统监视的信息进行集成处理从而进行集成控制。采用这些先进的集成电子设备,大大简化了直升机座舱布局 and 仪表板布置,系统部件得到简化,质量大大减轻。更主要的是极大地减轻了飞行员的工作负担,改善了直升机的飞行品质和使用性能。

(5)直升机的全机升阻比达到 6.6,振动水平降到 0.05 g,噪声水平低于 90 dB,最大飞行速度可达到 350 km/h。

第二节 直升机的分类

从用途、结构形式、起飞质量及着陆场地等不同角度,直升机可以分为多种类型。在采购、使用时,要考虑到不同类型的直升机具有各自的特点。

一、按用途分类

直升机从总的用途上可分为军用直升机和民用直升机两大类。

军用直升机又可分为武装直升机、运输直升机和战斗勤务直升机;民用直升机在国民经济建设和公共事务方面具有广泛的用途,以执行运输任务为主,大体可分为以下几类:

(1)通用运输直升机。既可内装或外吊物资,也可用于人员运输(有折叠或快速拆装座椅)。必要时亦可安装担架用于救护,或用绞车对遇险人员进行救援。装上所需物资或设施,还能实施多种空中特种作业,如空中摄影、摄像和转播、森林灭火等。

(2)旅客运输直升机。机舱内设有较舒适的座椅及隔音、减振和其他所需设施,专门用于旅客运输。

(3)公共服务直升机。用于各种公共事业,如公安执法、巡逻、巡查、环保取样、消防救援、医疗救护、抢险救灾等。

(4)特种作业直升机。机上装有任务所需的设备(设施),专门从事各种空中特种作业,如地球物理勘探,高压输电线路或石油、天然气管线巡检和维护,农业施肥或喷洒农药,渔业应用等。

(5)起重直升机。这类直升机具有很强的外部运输能力,视起飞质量的大小,可吊起数吨或十余吨的物资。可用于建筑、大型设备的安装、原木运输等起重吊运。

(6)教练直升机。

二、按结构类型分类

按直升机的结构类型,直升机可分为单旋翼直升机、双旋翼直升机两种。

(1)单旋翼直升机,即仅由一副旋翼产生升力的直升机。旋翼分机械驱动式和桨尖喷气驱动式两种。机械驱动式单旋翼直升机由于构造简单和传动效率高,因而应用最为广泛。这种直升机为了平衡旋翼反扭矩及进行航向操纵,往往在尾梁末端安装一副尾桨,产生侧向力,称为带尾桨单旋翼直升机。对于轻型单旋翼直升机,可把尾桨安装在尾梁末端的涵道内,这种尾桨称为涵道风扇尾桨。20世纪80年代提出了另外一种平衡旋翼反扭矩及进行航向操纵的方法,它根本不需要尾桨来产生侧向力,采用这种方式的单旋翼直升机称为无尾桨单旋翼直升机。

①单旋翼带尾桨直升机(西科斯基:UH-60,CH-53,S-76;贝尔:UH-1,Models 204,206,406)见图1-3。

采用常规尾桨,技术发展比较成熟,应用广泛,缺点是受旋翼下洗流影响,流场不稳定,容易发生裸露在外的桨叶伤人或撞击地面障碍物的事故。尾桨分为推、拉两种形式,推式的效率相对高一些,应用较多。尾桨旋转方向一般为下部桨叶向前转动。