

A Type Guide to
Civil Helicopters

民用直升机 机型指南

《民用直升机机型指南》编委会◎编



中国民航出版社

A Type Guide to
Civil Helicopters

民用直升机 机型指南

《民用直升机机型指南》编委会◎编



中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

民用直升机机型指南 / 《民用直升机机型指南》编委会编 .
—北京: 中国民航出版社, 2016.6
ISBN 978-7-5128-0357-2

I. ①民… II. ①民… III. ①民用飞机 - 直升机 - 指南
IV. ①V275-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 102828 号

民用直升机机型指南

《民用直升机机型指南》编委会 编

责任编辑	杨玉芹
出 版	中国民航出版社
地 址	北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)
印 刷	北京画中画印刷有限公司
发 行	中国民航出版社 (010) 64297307 64290477
开 本	889 × 1194 1/16
印 张	11.25
字 数	301 千字
版 印 次	2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

书 号	ISBN 978-7-5128-0357-2
定 价	88.00 元

官方微博 <http://weibo.com/phcaac>
淘宝网店 <https://shop142257812.taobao.com>
电子邮箱 phcaac@sina.com

《民用直升机机型指南》编委会

编写组成员：陈鹏德 谢孜楠 许 滨 贺 强 周长春 杨晓强

主 审：毛延峰 陈 黎 黄毅峰 李 勇

序

与大多数固定翼飞机不同的是，直升机具有操作灵活，能够在原地起飞，不需要跑道，可在小面积场地垂直降落，也可以悬停在空中等优势。一直以来，直升机在医疗救护、农林渔业、旅游观光、环境保护和油田作业等领域应用十分广泛。如今，随着我国国民经济的发展，基础设施逐步完善，低空空域逐步开放，国家和行业出台了促进通用航空发展的系列政策，直升机将迎来良好的发展机遇。

“直升机之父”西科斯基有句名言，“如果一个人亟待救援，喷气飞机能做的只是飞过他的头顶，撒下花瓣，而垂直起降的直升机却能赶来挽救他的生命”。另外，可租用直升机求婚告白、坐直升机高空赏花，更有商场与通用航空公司合作，推出购物可免费体验直升机观光项目。由此可见，直升机更加深入人们的生活。

面对直升机良好的发展势头，根据直升机巨大的市场需求，中国民用航空局给予高度重视，李家祥局长在2015年“两会”期间表示，要继续推进低空开放，加快通用机场建设。中航直升机股份有限公司总经理余枫针对直升机发展提出相关建议，他建议国家相关部门制定民用直升机研制专项资金管理政策，加大对国产民用直升机研发和制造的支持力度，加大对国产直升机装备的采购力度，合理制定产业扶持政策，充分发挥直升机在我国通用航空产业的重要支柱作用，促进我国高端装备制造产业的结构化，为直升机的发展争取更大的空间和政策支持。由此可见，直升机巨大的发展潜力将会吸引更多领域的关注，更多的人群也会迫切地想了解直升机的相关动态及发展方向。

本书编委会由来自民航局、研究院所、运行单位和民航院校等单位的多位专家和学者组成，该团队编写人员专业基础扎实，经验丰富，敏感性强，历经两年完成本书的编写工作。本书结构清晰，内容翔实，实用性强，从专业角度阐述了直升机的飞行特点、结构原理，详细介绍了当今具有代表性的直升机研制单位及其运行方式，以及相关重点直升机机型的技术参数，相信本书的出版能为我国直升机生产部门技术人员、广大航空爱好者、运行单位和直升机购买者提供完整、系统、科学的参考及帮助，吸引更多的读者了解直升机、关注直升机。

在这美好的季节里，看着书中直升机扶摇直上的画面，感觉直升机的发展犹如窗外灿烂的景色——生机勃勃，清新美丽。

非常荣幸应邀作序。

谢孜楠

2016年10月

前 言

2010 年，国务院、中央军委印发了《关于深化我国低空空域管理改革的意见》，明确提出了空域管理改革措施以及低空开放高度。低空空域的开放为我国通用航空的发展迎来了契机。

通用航空是指使用民用航空器从事公共航空运输以外的民用航空活动，包括从事工业、农业、林业、渔业和建筑业的作业飞行以及医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育培训、文化体育等方面的超过五十种不同类型的作业运行范围。通用航空作业涉及面广，参与领域众多，这其中很大一部分通航业务依赖直升机完成。因此，低空空域的开放首先刺激了直升机需求的增长。

截至 2014 年底，全球民用直升机总数约为 3.8 万架。2015 年初，亚翔航空集团（Asian Sky Group Limited）发布了 2014 年亚太地区（不包括澳大利亚和新西兰）民用直升机机队报告，指出 2014 年末亚太地区在役的民用直升机总数为 2463 架，一年内增长了 9%。其中，我国民航的直升机机队规模在 2014 年达到 583 架，比上一年的 436 架猛增了 34%，是亚太地区机队规模增长最快的国家。未来十年，随着我国经济的快速发展和国内通航利好政策的不断出台，预计直升机数量将达到 1500 架。而随着我国经济的腾飞，直升机需求将日趋增长，今后 20 年我国要达到目前世界平均水平，将有 3000 架直升机的庞大市场，每年直升机工业产值将超过 150 亿元。此外，随着经济和社会的发展，人们生活方式的改变，可以预见，未来我国私人直升机的数量将不断增长。

本书编委会成员通过与国内外直升机研究所、生产厂商、通用航空公司和飞行训练机构等单位和合作部门沟通，广泛收集资料，结合直升机的运行特点，分析整理各类资料，编写了本书。全书共有 12 章，详细介绍了直升机的发展历程、结构系统、飞行原理、运行特点和国内外主要直升机机型的技术参数。本书在编写过程中从民航专业角度阐述了直升机的相关原理，同时又为广大直升机爱好者提供了购买参数和指南，力求达到专业性、系统性和趣味性兼备。

本书的顺利完成得益于民航局、中国民航科学技术研究院、中国民用航空飞行学院、多家通用航空公司、直升机研究所和生产厂商等有关部门、单位和学者的大力支持，在此对所有给予我们支持与帮助的部门、单位和个人表示衷心的感谢。同时，本书在编写过程中参考了大量以往有关直升机的研究资料，由于篇幅有限，不能一一列出，在此表示由衷的歉意和感谢。

编 者
2016 年 9 月

目 录

直升机概述

直升机的发展历程·····	1
直升机结构与系统·····	8
直升机飞行原理·····	13
直升机分类·····	15
直升机运行特点·····	16

阿古斯塔公司

A109 ·····	18
AW101/EH101 ·····	23
AW119 ·····	25
AW139 ·····	27
AW609 ·····	29
AW189 ·····	31
AW169 ·····	33
Grand New /AW109SP ·····	35

空客直升机公司

AS365/SA365 ·····	38
AS332/AS532 ·····	40
AS350/AS550 ·····	44
AS355/AS555 ·····	47
EC135 ·····	50
EC120 ·····	52
EC155 ·····	54
EC130 ·····	56

EC145	58
EC225	60
EC175	62

贝尔直升机公司

贝尔-47	65
贝尔-204	68
贝尔-205	70
贝尔-206	73
贝尔-212	76
贝尔-214	78
贝尔-222	81
贝尔-412	84
贝尔-230	87
贝尔-407	89
贝尔-430	92
贝尔-427	95
贝尔-210	98
贝尔-429	100
贝尔-525	102
贝尔-505	104

昌河飞机工业（集团）有限责任公司

AC313/ 直-8	107
AC311/ 直-11	110
CA109	112
AC310	114

恩斯特龙直升机公司

F28/280	117
F480	121

Guimbal 直升机公司

Cabri G2	124
----------------	-----

哈尔滨飞机工业集团有限责任公司

直-9/H410/H425	128
HC120	130
直-15/AC352/EC175	133

麦道直升机公司

MD600N	135
--------------	-----

俄罗斯直升机公司

米-8	139
米-17/171/172	142
米-26	145
卡-32	147

罗宾逊直升机公司

R22	150
R44	153
R66	156

西科斯基飞机公司

S-76	159
S-92	162
施瓦泽 S-300	164

后 记	167
-----------	-----

参考文献	168
------------	-----

直升机概述

《中国大百科全书》对直升机的定义是：以动力驱动的旋翼作为主要升力来源，能垂直起落的重于空气的航空器。该定义既区别于以旋翼作为主要升力来源但不能垂直起落的旋翼机，又区别于不是以旋翼作为主要升力来源的垂直起落飞机。

直升机具有垂直起落、悬停、良好的低空低速特性，使其可广泛应用于国民经济发展的各个领域。“十二五”期间，我国 1000 m 以下的空域开放，使通用航空迎来发展的新契机。石油服务、电力作业、引水作业、航空物探、农林作业、医疗救护、城市消防、空中巡查等通航作业不需要经过审批，极大减轻了通航发展的束缚。而上述很大一部分通航作业需要依靠直升机完成，因此我国直升机将迎来大发展时期。

本章从直升机的发展历程、直升机的结构与系统、直升机飞行原理以及直升机分类和运行特点等几个方面对直升机进行介绍，以期读者对直升机有一定认识，为直升机的选型和运行奠定基础。

直升机的发展历程

人类有史以来就渴望自由地飞行。古老的神话故事里，众多光怪陆离的“飞行器”诉说着人类早年的飞行梦。而梦想的飞行方式多是原地腾空而起，像现代直升机那样既能自由飞翔又能在空中悬停，并且能在任意地点着陆，如古希腊与古罗马的飞行战车，我国的列子御风而行以及嫦娥奔月等。如图 1.1、图 1.2 与图 1.3 所示。

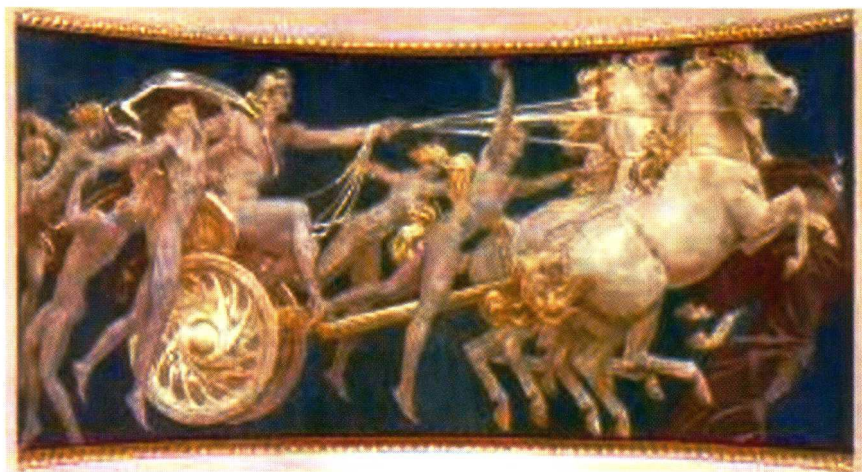


图 1.1 古希腊与古罗马的飞行战车



图 1.2 列子御风而行



图 1.3 嫦娥奔月

这些“垂直起落飞行器”虽然只是人类幻想的飞行工具，但却蕴含了直升机的基本思想，昭示了现代直升机的原理。正是在这种朴素的幻想下，我国东晋时就产生了直升机的构想——“竹蜻蜓”，又称“飞螺旋”。竹蜻蜓利用手搓送的力量产生升力而垂直上升，这与直升机利用旋翼产生升力而实现垂直上升的原理完全一致。

竹蜻蜓为我国创造，于14世纪传到欧洲，被欧洲人作为航空器来研究和发展。15世纪，在达·芬奇的画中，以阿基米德螺线形状的翼面在空气中旋转，实现把人垂直提升到空中的构想，是世界上最早的直升机设计方案图。竹蜻蜓和达·芬奇的画为现代直升机的发明提供了启示，指出了正确的思维方向，被公认是直升机发展历程的起始点。如图1.4所示。

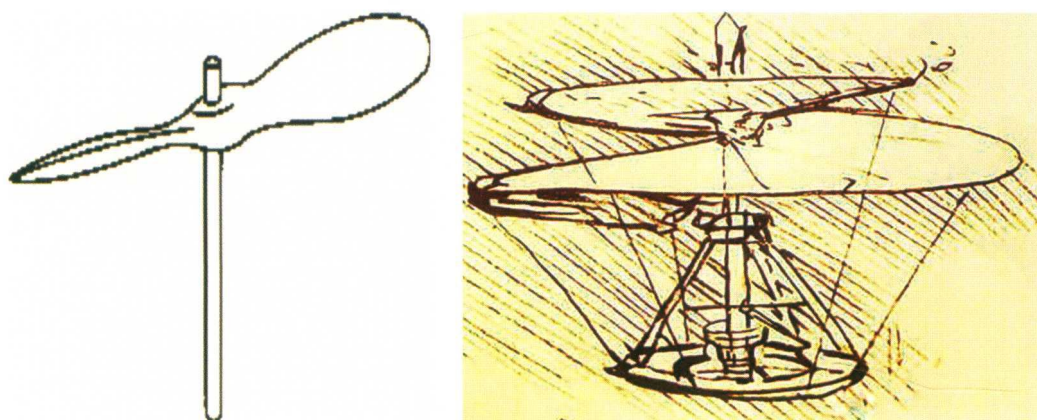


图 1.4 我国的竹蜻蜓与达·芬奇的“直升机”

1903 年，莱特兄弟发明的固定翼飞机滑跑起飞成功，昭示着航空时代的来临。但由于技术的复杂性和受制于发动机的性能，直升机的问世比固定翼飞机晚。20 世纪初，多种试验性质的直升机机型相继问世。1907 年，法国人柯纽制造了一架大型直升机。该直升机有两个旋翼分别装在驾驶员前后，上升高度只有几米，柯纽也因此成为驾驶直升机升空的第一人。如图 1.5 所示。

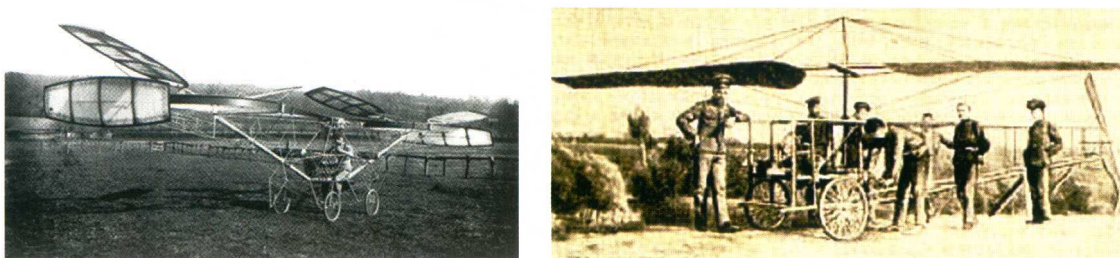


图 1.5 柯纽制造的直升机

1909 年，美国柏里勒父子制造了一架共轴式直升机和一架双旋翼并列式直升机，如图 1.6 所示。之后，俄国人尤利耶夫另辟蹊径，提出了利用尾桨来配平旋翼反扭矩的设计方案，并于 1912 年制造出了试验机。这种单旋翼带尾桨式的构型成为至今最流行的直升机构型，占到世界直升机总数的 95% 以上。

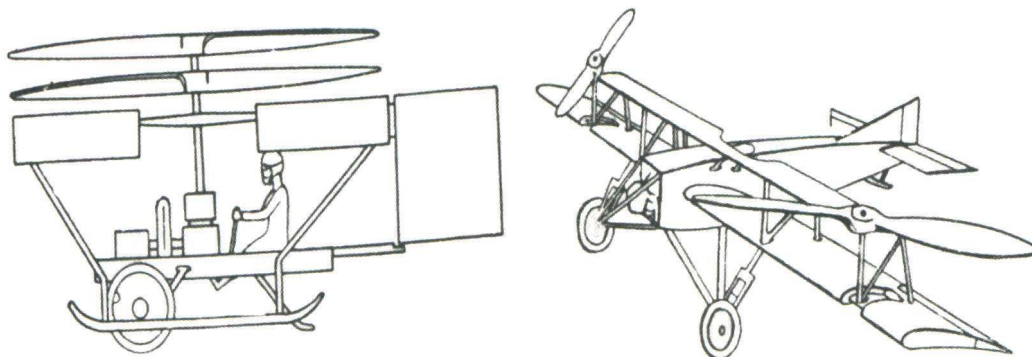


图 1.6 柏里勒父子制造的直升机

1920 年，西班牙科学家西尔华设计了一架自动陀螺机，如图 1.7 所示。这对旋翼机的产生具有重要意义，是直升机发展历程中的一次重大技术突破。



图 1.7 西尔华的自动陀螺机

1937 年，德国的福克博士制造了一架双旋翼并列式直升机，如图 1.8 所示。该直升机可操纵改变旋翼的角度，从而实现前后左右的飞行，初步具备了现代直升机的优异特性。美国的飞机设计师西科尔基参观了福克式直升机后，于 1939 年设计制造出一架 VS-300 型直升机，飞行时间超过了福克式直升机。如图 1.9 所示。

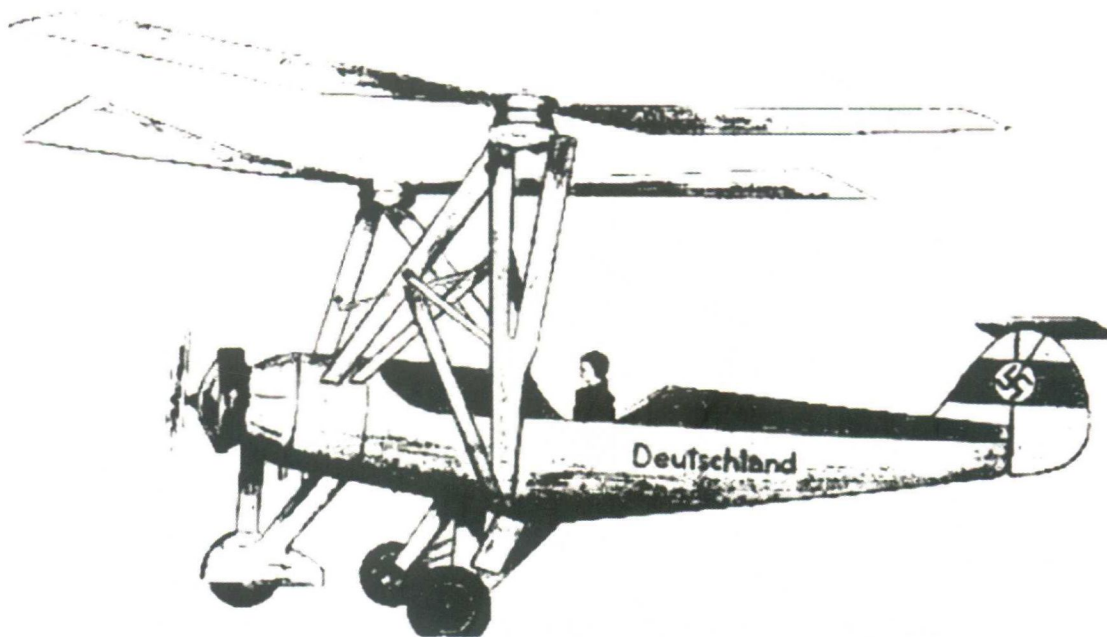


图 1.8 福克式直升机

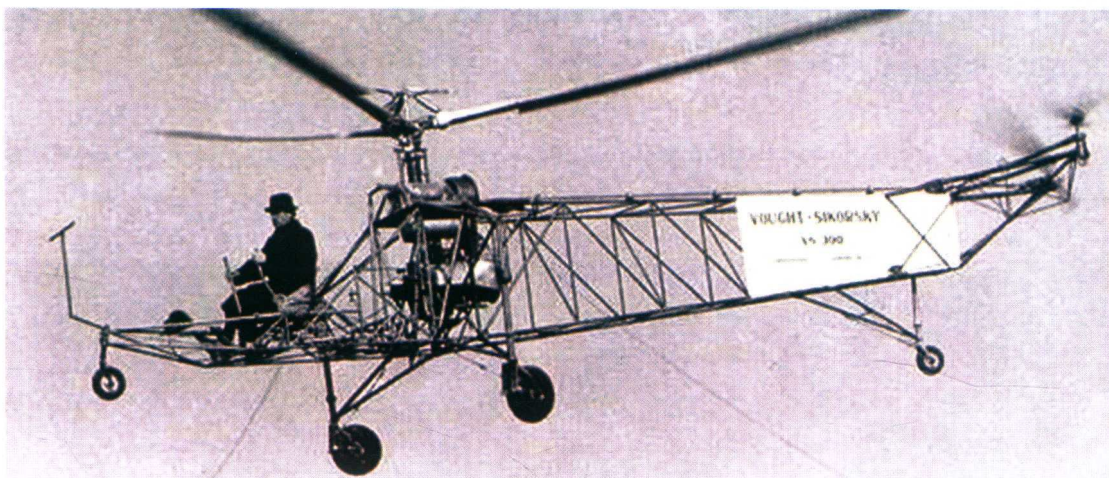


图 1.9 VS-300 型直升机

20 世纪初的努力探索，为直升机的发展积累了宝贵的经验并取得了巨大进步，有多架试验机实现了短暂的垂直升空和短距飞行。到 20 世纪 30 年代末期，法国、德国、美国 and 苏联都有直升机试飞成功，并达到了实用程度。第二次世界大战的军事需求，加速了直升机的发展进程，直升机开始投入生产线进行批量生产。在第二次世界大战结束时，德国已生产了 30 多架直升机，美国交付的 R5、R6 直升机多达 400 架。

20 世纪后半期是直升机的使用成熟期，直升机的应用领域不断扩展，数量迅速增加，迄今为止已有几万架直升机服务于国民经济的各个部门和军事领域；同时，直升机技术不断有重大突破，使其应用效能和飞行性能不断改善，从而使其在技术上逐步趋于成熟。从直升机的发展历程来看，直升机的重大技术进展仍然聚焦在动力装置和旋翼两个方面。

根据直升机的技术进展，可将直升机的发展历程分为四个阶段。

第一阶段为 20 世纪 30—60 年代，这一阶段直升机的主要技术特征是：安装活塞式发动机；采用金属 / 木质混合式旋翼桨叶；机体为由钢管焊接成的双架式或铝合金半硬壳式结构；装有简易的仪表和电子设备。具有代表性的机型有苏联的米-4 和美国的贝尔-47，如图 1.10 和图 1.11 所示。



图 1.10 米-4 直升机



图 1.11 贝尔-47 型直升机

第二阶段为 20 世纪 60—70 年代中期，这一阶段直升机的主要技术特征是：安装了第一代涡轮轴式发动机；采用全金属桨叶和金属铰接式桨毂构成的旋翼；机体为铝合金半硬壳结构；采用最初的集成微电子设备。具有代表性的机型为苏联的米-8 和法国的“超黄蜂”等，如图 1.12、图 1.13 所示。



图 1.12 米-8 型直升机



图 1.13 “超黄蜂” 直升机

第三阶段为 20 世纪 70 年代中期至 80 年代末，这一阶段直升机的主要技术特征是：安装了第二代涡轴发动机；采用全复合材料桨叶及带有弹性元件的桨毂构成的旋翼；机体结构部分使用复合材料；采用具有大规模集成电路的电子设备和较先进的飞行控制系统。具有代表性的机型有法国的“海豚”轻型直升机、英国和法国共同研制的“山猫”多用途直升机、美国西科斯基公司的 UH60“黑鹰”直升机、美国波音公司的 AH-64“阿帕奇”攻击直升机等。如图 1.14、图 1.15 所示。



图 1.14 UH60“黑鹰”型直升机



图 1.15 AH-64“阿帕奇”攻击型直升机

第四阶段为 20 世纪 90 年代至今，这一时期的直升机是当前最先进的直升机，主要技术特征：安装了第三代涡轴发动机；装有进一步优化设计的翼型、桨尖的复合材料桨叶，以及无轴承或弹性轴承式等新型桨毂；机体结构大部分或全部使用复合材料；操纵系统为电传或光传操纵系统；机载电子设备采用数据总线、综合显示和任务管理；采用先进的飞行控制及通信导航系统。具有代表性的机型为美国的“科曼奇”直升机。



图 1.16 “科曼奇”直升机

直升机结构与系统

直升机的结构与系统是根据其操作类别和工作环境所确定的，所以直升机的外形、大小和配置各不相同，但总体构型却基本相同。典型的直升机结构如图 1.17 所示。

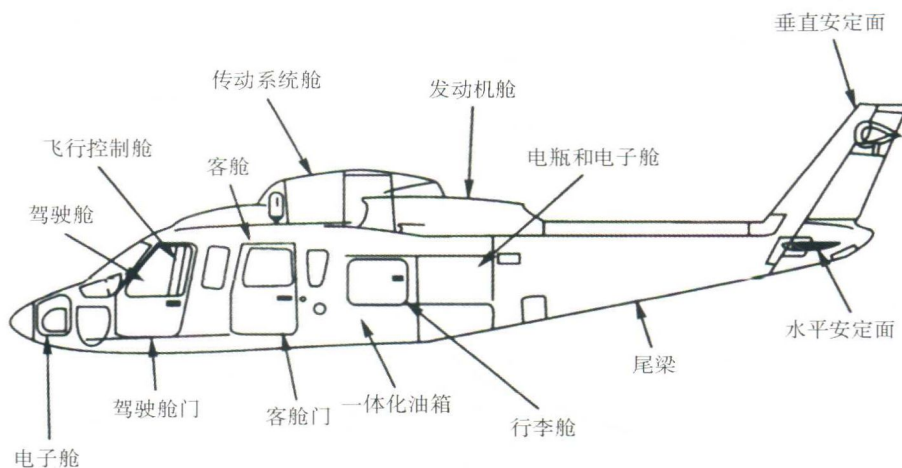


图 1.17 典型的直升机结构示意图

直升机结构必须具备足够的强度和刚度以承受来自空中和地面的载荷。一般来说，直升机结构主要由前机身结构、尾部结构、整流罩和蒙皮等构成。根据结构的功能和失效后果的不同，每一主要部段所包含的结构又分为主要结构和次要结构。结构失效会严重影响直升机安全和操纵的结构为主要结构，除去主要结构剩余的其他结构都是次要结构。机身和整流罩用于保证直升机的气动性能。

直升机一般由机身、发动机、减速器、旋翼系统、操纵系统、尾桨系统、起落架、传动装置和机载设备等组成，如图 1.18 所示。以下是直升机各系统的简要介绍。