

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列

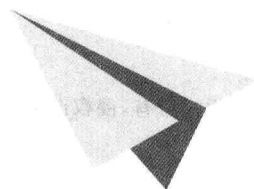
仪表飞行程序设计原理

徐宝钢 李程 谢进一 龚波 编

清华大学出版社

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列



仪表飞行程序 设计原理

徐宝钢 李程 谢进一 龚波 编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书共分7章,依据国际民航组织中国民航的相关规范,其内容包括:飞行程序的非精密进近、精密进近、雷达进近、区域导航程序、离场程序和机场运行最低标准等。本书力求全面,并对大量数据进行统计分析;力求客观、真实、浅显易懂,使飞行学员能很好地掌握在飞行各阶段内使用的飞行路线。其目的是为了保障飞行安全,加速流量,同时需要兼顾如操作简便、节约成本等因素。

本书体系完整,内容全面,注重实践,既可作为民航飞行专业本科学生的教材,也可作为飞行相关考试或自学的参考书籍。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

仪表飞行程序设计原理/徐宝钢等编.--北京:清华大学出版社,2012.10
(卓越工程师教育培养计划配套教材·飞行技术系列)
ISBN 978-7-302-29791-8

I. ①仪… II. ①徐… III. ①仪表飞行—程序设计—教材 IV. ①V323.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 190316 号

责任编辑:庄红权 洪 英

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:9.5

字 数:225 千字

版 次:2012 年 10 月第 1 版

印 次:2012 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:22.00 元

产品编号:046442-01

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主 任：丁晓东 汪 泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委 员：(按姓氏笔画为序)

丁兴国	王岩松	王裕明	叶永青	刘晓民
匡江红	余 粟	吴训成	张子厚	张莉萍
李 毅	陆肖元	陈因达	徐宝钢	徐新成
徐滕岗	程武山	谢东来	魏 建	

卓越工程师教育培养计划配套教材

——飞行技术系列编委会名单

主 任：汪 泓 丁兴国 郝建平

副主任：谢东来 陈力华 魏 建

委 员：（按姓氏笔画为序）

卫国林 马银才 王秉良 王惠民 史健勇

石丽娜 匡江红 吴 忠 陆惠忠 范海翔

郝 勇 徐宝钢 贾慈力 隋成城 鲁嘉华



我国“十二五”发展规划的重点建设目标之一,是根据国民经济发展对民航业的要求,不断扩充与优化配置航线和飞机等资源。在民航业持续快速发展的同时,必然会使飞行专业技术人才高度匮乏。在《中国民用航空发展第十一个五年规划》中,中国民用航空局对未来20年全行业人才需求进行了预计分析,其中,“十二五”期间需增加飞行员16 500人。因此,飞行技术人才的培养是推动或阻碍民航发展的关键。

与其他本科专业相比,飞行技术专业的学生除了学习掌握飞行原理、飞机系统、航空动力装置、航空气象、空中领航、机载设备、仪表飞行程序设计、空中交通管制等飞行技术的专业知识外,还需具备一定的管理能力和较高的英语水平。并且,飞行技术专业人才的培养多采用学历教育与职业教育同步实施的模式,要求同时取得学历学位证书和职业技能证书(飞行驾驶执照)后,才有资格担任民航运输机副驾驶员。

飞行技术人才培养具有专业性强、培养难度大和成本高的特点。伴随着大型民用运输机的生产与发展,必然要求提高飞行员的学历层次。国内设置飞行技术本科专业的高等院校仅有中国民航飞行学院、中国民航大学、北京航空航天大学、南京航空航天大学、上海工程技术大学等几所。而且,培养学士学位飞行技术人才的历史仅二十多年,尽管积累了一定的培养经验,但适用的专业教材相对较少。

在飞行技术专业的学科建设中,上海工程技术大学飞行学院和航空运输学院秉承服务国家和地区经济建设的宗旨,坚持教学和科研相结合、理论和实践相结合。2010年,上海工程技术大学飞行技术专业被列为教育部卓越工程师教育培养计划的试点专业,上海工程技术大学被列为教育部卓越工程师教育培养计划的示范单位。为满足飞行技术专业卓越工程师教育的需要,上海工程技术大学从事飞行技术专业教学和研究的骨干教师以及航空公司的业务骨干合作编写了“卓越计划”飞行技术专业系列教材。

“卓越计划”飞行技术专业系列教材共19本,分别为《运输机飞行仿真技术及应用》、《飞机系统》、《飞机空气动力学》、《飞机飞行力学》、《航空动力装置》、《空中领航》、《航空气象》、《仪表飞行程序设计原理》、《航空机载电子设备》、《空中交通管理基础》、《飞行运营管理》、《飞行人因工程》、《机组资源管理》、《民航运输机飞行性能与计划》、《陆空通话》、《飞行专业英语(阅读)》、《飞行专业英语(听力)》、《飞行基础英语(一)》、《飞行基础英语(二)》等。

系列教材以理论和实践相结合作为编写的理念和原则,具有基础性、系统性、应用性等特点。在借鉴国内外相关文献资料的基础上,坚持加强基础理论,对基本概念、基础知识和



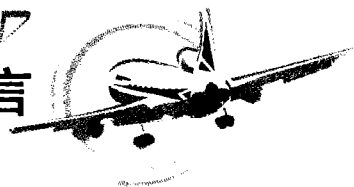
基本技能进行详细阐述,能满足飞行技术专业卓越工程师教育培养的教学目标和要求。同时,强调理论联系实际,体现“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,实践上海工程技术大学建设现代化特色大学的办学思想,凸显飞行技术的专业特色。

系列教材在编写过程中,参阅了大量的中外文参考书籍和文献资料,吸收和借鉴了现有部分教材的优势,参考了航空运输企业的相关材料,在此,对国内外有关作者和企业一并表示衷心的感谢。

受编者水平和时间所限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请读者提出宝贵意见,不足之处还请同行不吝赐教。

上海工程技术大学 汪泓

2012年1月



改革开放以来,中国民航事业取得了持续快速的发展,大量飞机的引进,对飞行技术专业人才的需求量剧增。根据预测,“十二五”期间我国每年需要培养飞行技术专业人才即飞行员 3000 名以上,市场需求量很大。为培养飞行技术人才,教育部把上海工程技术大学飞行技术专业纳入了教育部卓越工程师培养计划,上海工程技术大学决定对飞行技术专业的系列教材进行重新编写,要求教材要具有新颖性并符合中国民航局的规章要求。

为了保证飞行安全,减少飞行事故,将危险的 11 分钟变成安全的 11 分钟,要不断改进地面导航台、机载设备的性能和提高飞行人员的飞行素质。而仪表飞行程序设计是指一个机场的仪表进场航线、进近程序、离场航线、等待程序等飞机仪表飞行程序的设计。所有供民用飞机使用的机场都要提供相应的仪表飞行程序,制定机场最低运行标准供民用飞机使用。建立仪表飞行程序的目的是为了便于飞行人员的飞行操作和地面空中交通管制人员对飞机的指挥调配,确保飞机在机场空域内按规定程序安全而有秩序地飞行,以避免在起飞离场和进场着陆过程中,飞机与地面、飞机与飞机之间相撞。

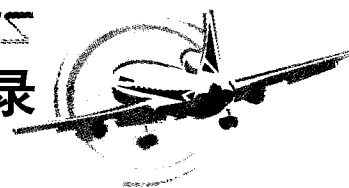
随着民航事业的迅速发展,飞行程序设计需要考虑的因素与指标变得复杂起来,要使机场飞行程序工作适应民航现阶段的发展要求,应该加强飞行程序的设计和审核工作。本书仔细研究了国际民航组织 8168 号文件《空中航行服务程序——航空器运行》(PANS-OPS)的主要章节,依据国际民航组织中国民航的相关规范,本书主要内容包括:飞行程序的非精密进近、精密进近、雷达进近、区域导航程序、离场程序和机场运行最低标准等。本书力求全面,并对大量数据进行统计分析;力求客观、真实、浅显易懂,使飞行学员能很好地掌握在飞行各阶段内使用的飞行路线。其目的是为了保障飞行安全,加速流量,同时需要兼顾如操作简便、节约成本等因素。

全书由飞行学院徐宝钢统稿和审核,由徐宝钢、李程、谢进一、龚波共同编写。本书在编写过程中,参阅了大量国内外的资料,得到了上海工程技术大学和上海航空公司有关领导的大力支持,在此对各位作者及领导的帮助一并表示感谢。

限于作者水平,加之时间仓促,书中的不足之处在所难免,敬祈读者谅解并恭请有关专家斧正,以期今后进一步完善。

编 者

2012 年 7 月



第 1 章 绪论	1
1.1 飞行程序设计的定义及其发展历史	1
1.2 飞行程序设计原则	2
1.3 名词定义及名词缩写	3
1.3.1 名词定义	3
1.3.2 名词缩写	7
1.4 各种定位方法及定位容差	9
1.4.1 方位线(径向线)间交叉定位	9
1.4.2 方向线(径向线)与 DME 距离弧交叉定位	10
1.4.3 飞越电台上空定位	11
1.4.4 雷达定位	11
1.4.5 GNSS 定位	12
1.5 各种导航设备介绍	12
1.5.1 中波导航台	12
1.5.2 航线导航台	12
1.6 高/高度、超障余度及扇区安全高度	13
1.6.1 高/高度	13
1.6.2 超障余度	14
1.6.3 超障高度/高	14
1.6.4 扇区安全高度	14
1.7 飞机的分类	16
1.7.1 终端区速度分类法	16
1.7.2 航路分类法	16
1.8 转弯参数	17
本章小结	18
复习与思考	18
练习题	23



第 2 章 非精密进近程序	24
2.1 起始进近航段	25
2.1.1 起始进近航段设计标准	25
2.1.2 起始进近航段的安全保护区	25
2.1.3 起始进近航段的最小超障余度	27
2.2 中间进近航段	27
2.2.1 中间进近航段设计标准	28
2.2.2 中间进近航段的安全保护区	28
2.2.3 中间进近航段的最小超障余度	29
2.3 最后进近航段	29
2.3.1 最后进近航段设计标准	30
2.3.2 最后进近航段的安全保护区	31
2.3.3 最后进近航段的最小超障余度	32
2.4 目视盘旋	33
2.4.1 航迹对正	33
2.4.2 目视盘旋区	33
2.4.3 超障余度	35
2.4.4 下降梯度	35
2.4.5 使用规定航迹的目视机动飞行	35
2.5 APV 程序	37
2.5.1 Baro-VNAV 的内涵和优势	37
2.5.2 Baro-VNAV 程序特点和航空器机型要求	38
2.5.3 Baro-VNAV 的运行要求	39
本章小结	39
复习与思考	39
练习题	44
第 3 章 ILS 精密进近程序设计	45
3.1 仪表着陆系统介绍	45
3.1.1 仪表着陆系统的组成及其分布	45
3.1.2 仪表着陆系统的性能分类	46
3.1.3 ILS 进近程序结构	47
3.1.4 程序设计标准条件	48
3.2 ILS 障碍物评价面	48
3.2.1 使用基本 ILS 面评价障碍物	48
3.2.2 使用 OAS 面评价障碍物	50
3.2.3 使用 CRM 评价障碍物	56
3.3 ILS 各航段布局设计	56



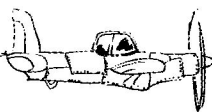
3.3.1 起始进近航段	56
3.3.2 中间进近航段	60
3.3.3 最后进近航段	60
3.4 ILS 进近后的复飞	63
3.4.1 精密航段的最低超障高	63
3.4.2 检查精密航段后复飞的超障余度	66
3.4.3 在精密航段内转弯时对复飞转弯区的缩减	69
3.4.4 公布 OCA/OCH 值	70
3.5 GP INOP 的 ILS 进近程序	70
3.5.1 I 类 ILS 航向台偏置	70
3.5.2 ILS 下滑台不工作	71
3.6 LDA 程序	73
3.7 精密进近雷达程序	74
3.7.1 程序构成	74
3.7.2 超障区及其 MOC	75
3.7.3 PAR 进近程序公布的 OCH	76
本章小结	76
复习与思考	77
练习题	78
第 4 章 复飞程序	79
4.1 复飞各阶段	79
4.2 复飞梯度	80
4.2.1 复飞点及其容差区	80
4.2.2 起始爬升点	82
4.3 直线复飞及转弯复飞	83
4.3.1 直线复飞的超障计算	83
4.3.2 转弯复飞的超障计算	85
本章小结	90
复习与思考	90
练习题	93
第 5 章 离场程序设计	95
5.1 直线离场	96
5.1.1 直线离场的保护区	97
5.1.2 直线离场下的障碍物鉴别面	99
5.2 转弯离场	99
5.2.1 转弯离场区的参数	99
5.2.2 在指定高度转弯	99



5.2.3 在指定的转弯点转弯·····	101
5.2.4 加速航段·····	102
5.3 全向离场·····	102
5.3.1 区域·····	102
5.3.2 全向离场下的障碍物鉴别面·····	102
5.3.3 超障余度·····	103
本章小结·····	103
复习与思考·····	104
练习题·····	105
思考题·····	105
第6章 减噪声飞行程序·····	106
6.1 噪声优先跑道和优先航线·····	106
6.1.1 噪声优先跑道·····	106
6.1.2 噪声优先航线·····	107
6.2 运行的限制·····	107
6.2.1 总则·····	107
6.2.2 起飞·····	107
6.2.3 离场爬升·····	107
6.2.4 程序制定·····	108
6.3 NADP1/NADP2·····	109
6.3.1 NADP1·····	109
6.3.2 NADP2·····	110
本章小结·····	111
复习与思考·····	111
练习题·····	117
第7章 PBN 程序·····	118
7.1 PBN 介绍·····	118
7.2 区域导航 RNAV·····	119
7.2.1 RNAV 的基本定义·····	119
7.2.2 实施 RNAV 运行的几种方式·····	120
7.3 所需导航性能精度 RNP·····	123
7.4 PBN 的导航规范简介·····	124
7.5 PBN 各国发展情况介绍·····	126
7.5.1 中国的发展现状和未来发展规划·····	126
7.5.2 国外 PBN 发展现状及发展规划·····	128
7.6 中国的坐标问题·····	129
7.7 导航数据库·····	130



7.7.1 导航数据库介绍.....	130
7.7.2 导航数据库编码.....	130
7.8 上航在丽江实施 RNP 程序实例	131
本章小结.....	133
复习与思考.....	133
练习题.....	135
参考文献.....	136



绪 论

关键词

交叉定位(cross location)

雷达定位(radar location)

有垂直引导的进近程序(approach proc
with vertical guidance)

最小超障余度(minimum obstacle clearance)

复飞点(missed approach point)

超障高度/超障高(obstacle clearance

altitude/height)

障碍物鉴别面(obstacle identification
surface)

转弯点(turning point)

甚高频全向信标(very high frequency omni
directional radio range)

航空器(aircraft)

飞行程序设计是为航空器设定其在飞行各阶段内使用的飞行路线,其目的是为了保障飞行安全,加速流量,同时需要兼顾如操作简便、节约成本等因素。

飞行程序也是制定机场最低运行标准的基础之一。

1.1 飞行程序设计的定义及其发展历史

百年航空史是一部技术及应用不断发展进步的历史,一个又一个新技术的应用让人类飞翔的速度、高度不断创新纪录。从最初莱特兄弟的“飞行者 1 号”飞行 36m、留空 12s,到现今的超音速高空飞机。民航飞行从最初的运送邮件到后来的载客飞行,客机从最初的 4~10 人座发展到今天 A380 的 500 多人座,这一丰富多彩的航空百年史印证了人类不断探索、勇于创新,努力开拓未知领域的巨大勇气。

飞行程序设计及飞行程序的定义如下:

(1) 飞行程序设计

飞行程序设计是为航空器设定其在飞行各阶段内使用的飞行路线,其目的是为了保障飞行安全,加速流量,同时需要兼顾如操作简便、节约成本等因素。

(2) 飞行程序

飞行程序是制定机场最低运行标准的基础之一。



1.2 飞行程序设计原则

为了保证航空器在终端区域内按规定飞行程序安全、有序地飞行,以避免在运行过程中发生航空器与航空器间、航空器与地面障碍物间可能的相撞,所有可供民用航空器具有仪表飞行条件的机场必须设计基于本场诸如地形、流量等因素的特定仪表飞行程序,制定机场运行的最低标准。

保障飞行安全,提高运行效率,节约运行成本,操作简便便是飞行程序设计的基本原则,也是每一个飞行程序都应努力达到的目标,其中飞行安全是此项工作的重中之重,是所有飞行程序设计原则最重要指标,只有在满足基本飞行安全要求的前提下,才可考虑平衡其他原则。

为了达到飞行器与障碍物相撞概率小于 1×10^{-7} ,即千万分之一的安全水平,飞行程序设计必须基于一套完整的、可靠性有保障、经过实际检验的指导性标准。当前主要有两个体系,一个即 ICAO(国际民航组织)的 PANS-OPS 标准,另一个为 FAA(美国联邦航空管理局)的 TERPS 标准。两套飞行程序设计标准体系在基本方法原理方面基本相同,但在一些诸如转弯等具体参数方面存在较大差异,中国采用的是 ICAO 设计标准,有少量国家和地区采用 TERPS 标准。飞行程序和制定机场最低运行标准,对于飞行人员,对此应引起特别重视,务必注意到此类差异。

国际民航组织的设计规范文件为 8168 号文件,它是国际民航组织经过 10 多年的工作,在大量试飞、数据模拟试验和碰撞模拟试验的基础上制定出来的。

在确保安全的前提下,设计仪表飞行程序还须考虑提高运行效益、节约运行成本、操作简便等原则,这主要依赖于机场及周边的导航设施及其布局情况,机场周边航路布局及采用的飞行程序模式。在飞行程序选择上,直线航线程序最为简便、经济,U 形程序次之。对于交通流量较大的机场,如北京、上海、广州等城市的枢纽型机场,在地形条件允许且保证安全的情况下都应尽量选择直线程序或直线程序与 U 形程序结合的程序模式。对于设备较为简陋的中小机场尤其是净空条件较差的机场,反向程序或直角航线程序也是可以考虑的。对于地形条件较差的机场,未来飞行程序的方向主要还是视地形条件选择不同的进近方式,以便提高机场安全性、可用性。

设计一个机场的飞行程序时应避免这个机场的所有程序都必须依赖一个导航设备。比如一个机场所有的离场程序、进近程序都依赖该机场的 VOR/DME,虽说设计起来简便,但这种方式存在很大的使用安全隐患。一旦该导航台失效或工作不稳定时,该机场的所有程序就都不可用了,使该机场失去运行能力,这种情况在实际工作中发生多次,极大影响了航空公司及机场的正常运行。所以在飞行程序设计时必须考虑分散风险,建立某些设备不工作时可能的替代方案,保证机场的可用性。

飞行程序设计是一项综合性较强、技术要求高的严密细致的工作,程序设计者除了要熟悉飞行程序的方法及原理以外,还要对所设计程序的机场导航设施及周边地形进行充分的评估,才能根据实际条件设计出安全、高效、经济的飞行程序。



1.3 名词定义及名词缩写

1.3.1 名词定义

(1) 机场标高(aerodrome elevation)

机场标高是指着陆区最高点的标高。

(2) 机载防撞系统(airborne collision avoidance system, ACAS)

机载防撞系统是指以二次监视雷达(SSR)应答机信号为基础的飞机系统,它不依靠陆基设备为驾驶员提供有可能冲突的飞机忠告,这种飞机装有 SSR 应答机。

(3) 高度(altitude)

高度是指从平均海平面量至一个平面、一个点或作为一个点的物体的垂直距离。

(4) 区域导航(area navigation, RNAV)

区域导航是一种领航方法,它能使航空器在导航台站的有效距离内,或在自备领航设备或其结合的领航能力限制内,在任何预定航线上飞行。

(5) 基线转弯(base turn)

基线转弯是指在起始进近过程中,航空器从出航航迹末端至中间进近或最后进近开始之间所作的转弯,转弯前后的航迹不是反向。

注:按照各个程序的情况,基线转弯可以规定为平飞或下降。

(6) 盘旋进近(circling approach)

盘旋进近是仪表进近的延续,是航空器在着陆前围绕机场进行的目视盘旋飞行。

(7) 管制空域(controlled airspace)

管制空域是指一个规定大小的空域,在这个空域内按照空域分类提供空中交通服务。

(8) 推测(DR)领航(dead reckoning navigation)

推测领航是用方向、时间和速度数据由前一个已知位置向前推算或确定的位置。

(9) 决断高度(decision altitude, DA)或决断高(decision height, DH)

决断高度或决断高是指在精密进近中规定的一个高度或高,在这个高度或高,如果不能建立为继续进近所需的目视参考,必须开始复飞。

注1:决断高度(DA)以平均海平面为基准,决断高(DH)以入口标高为基准。

注2:所需的目视参考是指驾驶员看到的目视实施部分或进近区,应有充分的时间以评定相对于预定飞行航径的飞机位置和位置变化率,在有决断高的Ⅲ类运行,所需目视参考是为特定的程序和运行规定的目视参考。

注3:为方便起见,如果两种表示方式都用,则可写为“决断高度/高”,简写为 DA/H。

(10) 不独立平行进近(dependent parallel approaches)

不独立平行进近是指对平行或接近平行的仪表跑道同时进近,在相邻的跑道中线延长线上的航空器之间,规定执行雷达间隔最低标准。

(11) 测距距离(DME distance)

测距距离是指从测距信号源至接收天线的视线距离(斜距)。

(12) 标高(elevation)

标高是指从平均海平面量至地球表面或依附于地球表面的一个点或一个平面的垂直



距离。

(13) 最后进近和起飞区(final approach and take-off area, FATO)

最后进近和起飞区是指一个划定的区域,在这个区域上空完成进近机动飞行至悬停或着陆,和由此开始起飞。用于一级性能直升机的 FATO,应包括中断起飞可用区域。

(14) 最后进近航段(final approach segment)

最后进近航段是指在仪表进近程序中,为完成航迹对正和下降着陆的航段。

(15) 飞行高度层(flight level, FL)

飞行高度层是指与一个特定的气压基准 1013.2hPa(百帕斯卡)有关的大气等压面,这些等压面之间用具体的气压间隔隔开。

注 1: 气压式高度表按照标准大气校准:

① 当气压高度表定在 QNH 高度表拨正值时,高度表指示高度(altitude)。

② 当气压高度表定在 QFE 拨正值时,高度表指示高出 QFE 基准面的高(height)。

③ 当气压高度表定在 1013.2hPa,可用以指示飞行高度层(flight level)。

注 2: 在注 1 中所用的名词“高”和“高度”是气压高度表的指示,不是几何高和高度。

(16) 航向(heading)

航向是指航空器纵轴指示的方向,通常以北(真北、磁北、罗盘北或网格北)为基准,用“度”表示。

(17) 高(height)

高是指以一个平面、一个点或一个物体作为一个点量至一个规定基准面的垂直距离。

(18) 等待程序(holding procedure)

等待程序是指航空器为等待进一步放行而保持在一个规定空域内的预定的机动飞行。

(19) 独立的平行进近(independent parallel approach)

独立的平行进近是指对平行的或接近平行的仪表跑道同时进近,在相邻的跑道中线延长线上的航空器之间不规定雷达间隔最低标准。

(20) 独立的平行离场(independent parallel departure)

独立的平行离场是指由平行的或接近平行的仪表跑道同时离场。

(21) 起始进近航段(initial approach segment)

起始进近航段是指在仪表进近程序中,起始进近定位点和中间进近定位点或最后进近定位点之间的航段。

(22) 仪表进近程序(instrument approach procedure)

仪表进近程序是指根据飞行仪表和对障碍物保持规定的超障余度所进行的一系列预定的机动飞行,从起始进近定位点或从规定的进场航路开始至能完成着陆的一点为止。此后,如果不能完成着陆,则飞至使用等待或航路飞行的超障准则的位置。

(23) 中间进近航段(intermediate approach segment)

中间进近航段是指在仪表进近程序中,从中间进近定位点至最后进近定位点(或最后进近点)之间的航段;或反向程序,直角或推测航迹程序末端至最后进近定位点(或最后进近点)之间的航段。

(24) 高度(高度层)(level)

高度(高度层)是航空器在飞行中有关垂直位置的统称,意指高、高度或飞行高度层。

(25) 最低下降高度(minimum descent altitude, MDA)或最低下降高(minimum