



装备学院·学术专著

临近空间飞行器技术

洪延姬 金星 李小将 窦志国 李倩 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

本书得到总装备部“1153”人才工程

临近空间飞行器技术

洪延姬	金星	李小将	窦志国	李倩	编著
石志军	廖育荣	叶继飞	辛朝军	李怡勇	
王广宇	文 明	李修乾	崔村燕	阿 荣	
王 宇	李 兰				

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书详细阐述了临近空间、临近空间飞行器的基本概念和特点,分析了临近空间环境特征及其对临近空间飞行器的影响;重点论述了支撑临近空间飞行器发展的两大瓶颈技术——能源技术和动力技术,包括传统的能源与动力技术和新概念能源与动力技术;全面探讨了低速与高速临近空间飞行器的关键技术;最后,对临近空间飞行器的应用进行了展望。

本书可供从事飞行器研究、设计、试验的科技人员参考和使用,亦可以作为高等院校相关专业教师、研究生和在校大学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

临近空间飞行器技术 / 洪延姬等编著. —北京:
国防工业出版社, 2012. 1
ISBN 978 - 7 - 118 - 07830 - 5
I. ①临... II. ①洪... III. ①飞行器 - 研究
IV. ①V47 - 53
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 266011 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
新华书店经售

*

开本 710 × 960 1/16 印张 12½ 字数 230 千字
2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 50.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776
发行业务:(010)88540717

前 言

随着航空航天技术以及信息化战争的发展,人类所欲知的空间范围不断拓展,探索空间的活动也不断深入,空间的无缝性和整体性逐渐凸显。在军事和民用领域都在不断发展更广阔的空间研究和战略目标,如美国空军就提出了以“全球警戒、全球到达、全球力量”为核心的战略构想,将地表以上的空间视为一个统一的整体,航空航天区域不再有绝对的界限。然而人们很快发现,在地表以上的空间中,仍然有一片人类尚未涉足的空白区,这就是介于传统航空航天区域之间的临近空间。为了充分利用空间,发挥作战整体效能,科学家们开始着力于发展临近空间飞行器技术。

临近空间飞行器技术是一门刚刚兴起的技术,美国、俄罗斯等航空航天大国也处于概念研究的初始阶段,这对我国而言是一个良好的战略机遇期,使我们可以运用全新的概念在该研究领域赢得制高点。本书通过对临近空间飞行器出现的背景、理论基础以及应用前景的分析,在技术层面上着重提出了动力和能源技术的各类解决方案。本书的“新”突出体现在利用新概念的动力和能源技术作为临近空间飞行器技术的支撑,分析并提出将新概念动力与能源技术应用于临近空间的技术途径。本书撰写的目的,就是希望通过本书的出版,为我国的临近空间技术研究起到强大的推动作用,为我国临近空间飞行器技术的研究提供思路,引领我国临近空间技术的研究在未来的国际竞争中赢得一席之地,并在国内的临近空间技术研究领域起到抛砖引玉的作用。

本书总共分为6章,第1章主要介绍临近空间、临近空间飞行器以及临近空间飞行器技术的相关概念、发展概况、技术需求及发展途径等。第2章全面描述了临近空间的环境特征,包括大气特征、电离层特征、磁场和引力场特征、粒子辐射特征等,并比较深入地分析了临近空间环境特征对临近空间飞行器的影响。第3章介绍临近空间飞行器的能源支撑技术,主要分析新概念能源技术应用于临近空间飞行器技术的可行性,根据不同的能源技术,分析提出了不同的应用方

案。第4章介绍临近空间飞行器的动力支撑技术,主要分析动力技术应用于临近空间飞行器技术的可行性,对现有的航空航天动力技术提出了相关的技术改造,使之适合应用于临近空间飞行器,并根据新概念动力技术的不同特征,提出了不同的应用方式。第5章和第6章主要根据不同飞行速度的临近空间飞行器的不同特点,对低速临近空间飞行器、高速临近空间飞行器的系统组成、关键技术等进行了有针对性的分析研究。最后对临近空间飞行器的应用进行了展望。

本书得到了中国人民解放军总装备部“1153”人才工程资助。本书在编著过程中得到了中国人民解放军装备学院各级领导的大力支持,特别地,在定稿过程中,总装科技委屠恒章委员两次全文修改了书稿,提出了很好的修改意见,在此表示衷心感谢。

本书涉及多学科知识,覆盖面广,内容新颖,由于作者才疏学浅,错误之处在所难免,恳请读者指正。

编 者

2011年6月于北京

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 临近空间	1
1.1.1 临近空间提出的背景	1
1.1.2 临近空间的概念	3
1.1.3 临近空间的应用价值	3
1.2 临近空间飞行器	6
1.2.1 临近空间飞行器的概念与分类	6
1.2.2 临近空间飞行器的特点	7
1.2.3 临近空间飞行器的发展概况	11
1.2.4 临近空间飞行器的发展趋势	20
1.3 临近空间飞行器技术	22
1.3.1 现有航空航天技术分析	22
1.3.2 临近空间飞行器的技术需求	25
1.3.3 发展临近空间飞行器的技术途径	27
第 2 章 临近空间的环境特征	29
2.1 大气特征	29
2.1.1 大气的分层结构	29
2.1.2 大气的物理性能	32
2.1.3 大气的成分及分布	39
2.2 电离层特征	40
2.2.1 电离层主要参数	40

2.2.2	电离层正常结构	41
2.2.3	电离层反常现象	42
2.3	地球磁场和引力场特征	43
2.3.1	地球磁场特征	43
2.3.2	地球引力场特征	44
2.4	电磁辐射和空间粒子辐射	46
2.4.1	太阳电磁辐射和地气辐射	46
2.4.2	空间粒子辐射	47
2.5	临近空间环境对飞行器的影响	47
2.5.1	大气物理性能对飞行器的影响	48
2.5.2	临近空间环境对推进系统的效应	51
第3章	临近空间飞行器的能源支撑技术	53
3.1	传统能源技术	53
3.1.1	高能蓄电池技术	53
3.1.2	氢氧燃料电池技术	57
3.1.3	太阳能电池技术	61
3.2	微波输能技术	65
3.2.1	微波输能系统原理及组成	65
3.2.2	微波输能的关键技术	69
3.2.3	在临近空间的应用分析	73
3.3	激光输能技术	75
3.3.1	激光输能系统原理及组成	75
3.3.2	激光输能的关键技术	78
3.3.3	在临近空间的应用分析	83
3.4	飞轮储能技术	84
3.4.1	飞轮储能系统原理及组成	84
3.4.2	飞轮储能系统的工作过程	87
3.4.3	在临近空间的应用分析	89
3.5	磁流体发电技术	92

3.5.1	磁流体发电原理	92
3.5.2	机载磁流体发电的关键技术	93
3.5.3	在临近空间的应用分析	94
3.6	其他能源技术	97
3.6.1	超导储能技术	97
3.6.2	核能源技术	101
第4章	临近空间飞行器的动力支撑技术	107
4.1	传统航空航天发动机技术	107
4.1.1	传统航空航天发动机主要类型	108
4.1.2	传统航空航天发动机性能特点	109
4.1.3	在临近空间的应用分析	114
4.2	特种火箭发动机技术	117
4.2.1	电火箭发动机技术	117
4.2.2	核火箭发动机技术	119
4.2.3	太阳能火箭发动机技术	120
4.2.4	其他特种火箭发动机技术	122
4.2.5	在临近空间的应用分析	123
4.3	微波推进技术	123
4.3.1	微波推进基本概念与原理	124
4.3.2	脉冲微波推进器系统介绍	125
4.3.3	脉冲微波推进器关键技术	128
4.3.4	在临近空间的应用分析	130
4.4	激光推进技术	131
4.4.1	激光推进基本概念与原理	131
4.4.2	激光推进器推进性能参数	135
4.4.3	激光推进关键技术	138
4.4.4	在临近空间的应用分析	141
4.5	脉冲爆震发动机技术	142

4.5.1	脉冲爆震发动机基本概念	142
4.5.2	脉冲爆震发动机结构原理	144
4.5.3	脉冲爆震发动机关键技术	149
4.5.4	在临近空间的应用分析	150
第5章	低速临近空间飞行器技术	152
5.1	低速临近空间飞行器的能源技术	152
5.1.1	超高空飞艇的能源技术	152
5.1.2	超高空无人机的能源技术	153
5.2	低速临近空间飞行器的动力技术	154
5.2.1	超高空飞艇的动力技术	154
5.2.2	超高空无人机的动力技术	155
5.3	低速临近空间飞行器的材料技术	156
5.3.1	飞艇的蒙皮材料技术	156
5.3.2	无人机的机体结构复合材料技术	159
5.4	超高空飞艇定点悬停技术	161
5.4.1	长时定点悬停原理及技术途径	162
5.4.2	自适应定点控制的关键问题	163
5.5	超高空无人机飞行控制技术	164
5.5.1	无人机飞行控制的一般特点	164
5.5.2	超高空无人机任务设备和飞行综合控制技术	165
第6章	高速临近空间飞行器技术	168
6.1	高速临近空间飞行器的能源技术	168
6.1.1	超声速临近空间飞行器的能源技术	168
6.1.2	高超声速临近空间飞行器的能源技术	169
6.2	高速临近空间飞行器的动力技术	170
6.2.1	超声速临近空间飞行器的动力技术	170
6.2.2	高超声速临近空间飞行器的动力技术	170
6.3	高超声速条件下的热防护技术	172

6.3.1	高速平台对热防护技术的需求特点	173
6.3.2	热防护机理	174
6.3.3	高温热防护涂层	175
6.4	临近空间稀薄流区气动技术.....	176
6.4.1	稀薄流区的概念	176
6.4.2	临近空间稀薄流区的气动特性	177
6.4.3	高超声速临近空间飞行器的气动问题	178
6.5	高速平台的一体化设计.....	179
6.5.1	一体化设计技术概述	180
6.5.2	机体与推进系统的一体化设计	181
6.5.3	动力与能源系统的一体化设计	183
结束语.....		185
参考文献.....		187

第 1 章

绪 论

1.1 临近空间

航空航天技术的发展,极大地改变着人们的工作和生活。在航空领域,各式各样的飞行器飞行在从地面到海拔约 20km 的空间区域。在航天领域,从低轨卫星到地球同步卫星,各类航天器分布在海拔 100km ~ 35860km 的空间区域。迄今为止,在海拔 20km ~ 100km 的空间区域尚无真正意义上长时间运行的飞行器,这是一个空白空间区域。

1.1.1 临近空间提出的背景

人们对临近空间的认识得益于人类航空航天技术的不断发展。工业文明崛起之后的 1903 年美国的莱特兄弟试飞成功实现了人类空中飞行的梦想;而 1961 年加加林乘宇宙飞船环绕地球一周则标志着人类实现了太空飞行的梦想。但在我们头顶上还有一片相对寂静的空域,仍然是人类飞行的盲区,这就是临近空间。

临近空间自然环境十分严酷,空气稀薄、气温极低,而且有严重的臭氧腐蚀和强烈的紫外线破坏,但是气象状况又远不如航空空间那样复杂,雷暴闪电较少,也没有云、雨和大气湍流现象。

临近空间高度比太空低很多,到达那里的难度、费用和 risk 也小很多;而它比“天空”又高很多,对于情报搜集、侦察监视、通信保障以及空地作战等有着极强的吸引力。

1. 空间及空间概念的扩展

空间的概念一般是根据 1960 年巴塞罗那国际航空联合会的规定,指地球表面 100km 以上的广阔宇宙空间。长期以来,人们将航天和航空领域分别局限在 100km 以上和 20km 以下的范围内。

随着人类探索空间活动的进一步深入,人们越来越认识到空间的无缝性与整体性。空间并不能仅指地表以上 100km 的外太空,而需要包括从地表到外层空间的整个连续空间。正如美国华盛顿航天政策顾问詹姆斯·蒙西所称,太空不一定是一个分割开来的、不同的领域,而应当视为空中作战的一个延伸。

早在 20 世纪 60 年代,美国总统肯尼迪就声称:“谁控制了宇宙,谁就控制了空间,谁就控制了战争的主动权”,并开始大力发展航天力量,同时使之与航空力量实现交联。1992 年 3 月,美国正式把空军称之为“航空航天力量”。新的世纪,美军更明确地提出了要将空军改造成为一支无缝结合的航空航天力量,以确保美国在空间的主导地位。到 2020 年左右,美军将建成世界上最强大的一体化航空航天力量。

俄罗斯作为世界军事航天大国,在迎接世界新军事变革的挑战中,继续将军事航天作为优先发展的领域,并力保其太空优势。即使在经济衰退的艰难局势下,俄仍不断采取措施,加强航天建设。2002 年,俄战略火箭军由军种改为独立兵种,其中的军事航天部队和导弹空间防御部队分离出来组建了新兵种——航天兵。近来,俄罗斯又宣布,将建立有空军、海军、航天兵和防空兵共同参与的国家空天防御系统。

随着外层空间重要性的不断上升,它已成为当今维护国家安全和利益的战略制高点。外层空间的军事存在和有效控制,不仅直接影响其他战场上夺取制地、制空、制海、制电磁权的军事行动,而且将最终影响战争全局和国家的安全利益。太空既是军事上的制高点,又是国家安全的高边疆。对太空的控制和空间资源的有效利用,不仅决定未来战争主动权的得失,而且关系到国家的安全与发展。所以,世界上许多国家,如法国、日本、印度、以色列等,也都纷纷加快了空间技术的发展步伐。

2. 空间概念的扩展使临近空间浮出水面

空间概念的扩展,使得人们认识到人类在空间的开发方面仍然留有一片空白区。传统的航空飞行器还只能在海拔 20km 以下的航空区域飞行,航天飞行器也必须在海拔约 100km 以上的区域作轨道飞行。这样,就留有海拔 20km ~ 100km 之间的空白区域,也即是临近空间区域。

激烈的军事竞争是不会让空间区域持久地留下空白区的,只要技术条件允许,它便会驱使人们千方百计地去开发、利用、寻找并抢先占领新的可用空间资源。随着航空航天的军事竞争不断加剧和空间概念的不断扩展,迫使人们不断地寻找新的可用空间资源,而介于传统航空与航天区域之间的、未为人类所开发利用的临近空间便进入了人们的视野。由于临近空间具有高边疆、无国界的特点,与航空空间相比能提供更加广阔的视野、更丰富的信息,与航

天空间相比又能提供更具有持续性的信息、更快的通信速度和更精准的分辨率,因此它成为各军事大国激烈争夺的新的军事制高点。

在此背景下,美国空军航天司令部指挥官吉·兰斯·罗德(Gen Lance W Lord)将军,在夏威夷举行的第20届太平洋空间首脑论坛上,首次提出了临近空间(Near Space)的概念,并强调临近空间飞行器将具有“长时间、低成本、高存活率和快速响应”等特点。

1.1.2 临近空间的概念

目前,国际上对临近空间的高度范围尚无统一的标准。罗德将军认为,临近空间是指位于海拔65 000英尺~325 000英尺(20km~99km)之间的空间区域^[1]。美国学者保罗·沃格(L Paul Verhage)在所著的《临近空间探秘之路》中认为,临近空间区域是地球大气空间海拔75 000英尺~330 000英尺(22.86km~100.58km)的空间区域。美国2004年版《空军转型飞行计划》中提到的是海拔30英里~70英里(48km~109km)的空间区域,国际航空联合会给出的临近空间范围是23km~100km。

目前,根据我国纬度情况,国内大部分专家认为临近空间是指海拔20km~100km之间的空间区域,即航空飞行器的飞行上限至航天飞行器的轨道下限之间的高度范围^[2],它既不属于航空领域,也不属于航天领域^[3]。

1.1.3 临近空间的应用价值

进入21世纪,首先由美国提出了临近空间概念,随之世界各航空航天大国都高度重视临近空间的开发应用^[4],这一发展趋势有着深刻的社会和军事背景,但根本原因还是临近空间蕴涵的巨大军事应用价值。

1. 临近空间有利于获得制空权

海湾战争、科索沃战争、阿富汗战争、伊拉克战争一次次向世人深刻地展示了控制空间的重要性。据统计,海湾战争中美国动用了52颗军用卫星,科索沃战争中联军动用了86颗卫星,而伊拉克战争中,美英联军动用的卫星达100多颗,以卫星系统为主的空天作战平台为美军部队提供了准确的侦察、监视、预警、通信、导航、定位、气象、测地等作战信息和情报^[5]。控制空间已经成为占据未来高技术战争战略制高点的关键^[6]。

临近空间区域目前还是人类尚未涉足的空白区域,但由于其处于传统的航空区域(20km以下)与航天区域(100km以上)之间,对于控制整个空间起着承上启下、联系整体的关键作用。因此,要控制空间,必然要求实现对临近空间的控制。以前,由于人类科技水平的限制,无法制造能够在临近空间这一特殊的空

域长时间飞行的飞行器。随着航空航天、微电子等技术的发展,尤其是能源技术、高空动力技术以及材料技术的发展,使得人们对这一区域的利用成为可能。于是,目光敏锐的军事科学家的关注焦点开始聚集到临近空间这一区域,以期发展全新的临近空间飞行器,在未来争夺制空间权的军事斗争中占领制高点^[7]。

显然,美军已经注意到了临近空间在其实现控制空间大战略中所潜在的巨大军事应用价值,首次提出和明确了临近空间的概念,将对临近空间的开发与应用视为美军夺取并掌握制空间权的关键环节和重要手段之一。美国公布的2004年版《空军转型飞行计划》中,提出了建立“空中和空间占领”的创新概念,即保持“有效的空中和空间的持续存在”,使敌方在自己的疆域内始终处于危险境地。要达到这一点,美军将发展下面4种能力:

- (1) 在轨维护修理和更新航天器的能力,保持其在轨长期存在;
- (2) 按需快速发射的能力;
- (3) 日常运行在30英里~70英里(48km~109km)的空中长期存在的能力,提供联合部队指挥员作战的机动性;
- (4) 把美国本土作战力量迅速部署到全球任何地方的能力。

2005年2月5日~11日,美军在内华达州内利斯空军基地,秘密进行了“施里弗-3”空间作战模拟演习^[8]。这次演习首次引入了临近空间飞行器,认为“临近空间”这一新的空域对于情报收集和监视以及通信保障很有发展前景。同时,美空军确定了“临近空间”飞行器的10个应用方向,包括在全球定位系统(GPS)的协助下实施跟踪、侦察和情报搜集等。除美空军外,美陆军也在积极地发展“临近空间”飞行器。

2. 临近空间概念的提出是信息化战争的迫切需要

未来战争的形态将越来越向信息化作战方向发展,C⁴ISR(指挥、控制、通信、计算机、情报、监视、侦察)的作用也越来越关键。发展先进的、一体化多层次的空间对抗体系,是在未来的空天一体化作战中取得胜利的关键手段。空间对抗体系包括空间武器攻击系统和远程信息对抗系统,如果一方能够形成对另一方战略要点和关键的C⁴ISR节点进行软、硬打击的能力,不仅可形成强大的威慑力,一旦战事爆发,还可严重破坏对方的作战行动和能力,为打赢信息化战争创造条件^[9]。目前,现有的攻击手段尚不足以进行全方位的信息对抗,但战争形态的发展强烈地呼唤新型的、能够进行全方位信息对抗的作战工具,而能胜任这一工作的,只能是定位于航空区域与航天区域之间的武器平台,于是,临近空间和临近空间飞行器的概念便应运而生。位于临近空间的武器攻击平台,作为空天地一体化的关键一环和功能接口,对上可以攻击卫星等天基平台,对下可以攻击空、地、海基目标,还可高速远程攻击对方纵深目标,形成强大的威慑力和突

防攻击力。

同时,发展位于临近空间的信息侦察平台,可以有效弥补空基信息平台作用距离短、容易受攻击缺陷,还可以弥补天基信息平台过顶时间短、分辨率低等不足,同时也可以起到承上启下的作用,与陆、海、空、天信息平台一起实现信息获取手段的多元化和一体化,构建成完整的信息获取体系,持续、清晰地获取战场信息和预打击的准确数据,指挥统一协调作战,提高作战效能。可以说,正是未来信息化战争的迫切需求,使得临近空间的概念浮出水面。

3. 临近空间技术的发展是提高作战效率的重要途径

未来的战争不仅仅是军事实力的较量,同时也是综合国力的较量。军用卫星系统在现在和未来的战争中都起着重要的作用,但是卫星,尤其是性能先进的卫星,其成本极高^[10]。不仅如此,所有的卫星都存在着发射应急能力差、机动能力有限和缺乏在轨操作能力等明显的不足。虽然美国早在1998年就提出了可用于在轨维修、侦察和攻击的“空间机动飞行器”的概念,以维持自己对空间的有效控制,但仍然是代价太高,无法承受。同时,成本高昂的空基攻击和信息平台的飞行高度均在现有防空武器的射高范围之内,时时处在防空武器的威胁之下,很容易受到来自地面的攻击,只能在远距离上对目标进行侦察和监视,所能提供的信息分辨率低、价值有限。

提高作战效率,意味着需要发展应急能力强、机动能力强、生存能力强、作战成本低新型武器系统,同时还要求发展能够长时间不间断地获得对方高分辨率信息的信息获取系统,而这些要求在目前的武器装备系统条件下,尚不能很好地得到满足,而这些要求恰是临近空间技术之所长,临近空间飞行器技术能够实现即时需要、即时发射、即时使用的要求,而且由于其已经超过了几乎所有防空武器的攻击高度,因而可以安全地在目标的上空抵近长时间侦察,不间断地获得目标的高分辨率信息。所以,临近空间技术的发展,是提高现代信息化条件下作战效率的一条重要途径。

总之,对制空间权的激烈争夺、未来信息化战争形态的不断发展以及提高军事效益、降低作战成本的要求,迫使人们不断地寻求新的可用的空间资源。于是,介于航空与航天区域之间的、尚未为人类所发展利用的临近空间区域进入了人们的视线。临近空间所蕴涵的巨大的军事和民用价值是促使人们大力发展临近空间技术的动力,随着人类对临近空间认识的加深,人类的脚步将会一步步地涉入这片鲜为人知的空间,临近空间也将深深地打上人类文明发展进步的烙印。

1.2 临近空间飞行器

临近空间飞行器概念,是建立在对临近空间所蕴涵的巨大军事、民事应用价值深刻认识的基础上,随着人们认识世界领域的扩大而逐步提出来的。换言之,争夺空间控制权的激烈军事竞争以及科学技术的发展,最终使得临近空间飞行器破壳而出。

1.2.1 临近空间飞行器的概念与分类

临近空间飞行器是指能够在临近空间区域进行飞行并执行预定任务的空间飞行器。

临近空间飞行器按照不同的标准可以有不同的分类^[1]。按照其飞行高度的高低,可以分为低空临近空间飞行器、中空临近空间飞行器和高空临近空间飞行器。低空临近空间飞行器的飞行高度为 20km ~ 30km,中空临近空间飞行器的飞行高度处于 30km ~ 50km,高空临近空间飞行器的飞行高度则为 50km ~ 100km。

按照临近空间飞行器滞留空中的时间长短对其进行分类,可以分为短滞空临近空间飞行器、长滞空临近空间飞行器和超长滞空临近空间飞行器。短滞空临近空间飞行器的滞空时间为几小时到十天,长滞空临近空间飞行器的滞空时间为 10 天到几个月,超长滞空临近空间飞行器的滞空时间为 1 年以上。

按照临近空间飞行器所飞行的区域分类,则可以分为定点临近空间飞行器、定区域临近空间飞行器、全球到达临近空间飞行器和机动穿梭临近空间飞行器。定点临近空间飞行器是指升空后其空间位置基本不变的临近空间飞行器;定区域临近空间飞行器的位置按照任务要求在一定的范围内变化;全球到达临近空间飞行器,顾名思义就是指临近空间飞行器可以任意抵达全球任何区域;机动穿梭临近空间飞行器指的是该飞行器可以在某一区域执行任务,也可以随任务的调整而改变自身所处的空间位置,机动到达其他空域执行任务。

还有一种最常用分类方法,就是以临近空间飞行器的飞行速度进行分类,可以分为悬停临近空间飞行器、低速临近空间飞行器和高速临近空间飞行器。悬停临近空间飞行器与定点临近空间飞行器相对应,低速临近空间飞行器是指能够以亚声速飞行的临近空间飞行器,高速临近空间飞行器指的是能以超声速或者高超声速在临近空间飞行的飞行器。但是,由于大多数悬停临近空间飞行器也是能够以动力和姿控系统进行低速飞行的,因此,其与低速临近空间飞行器没有本质的区别,可以将其一并划为低速临近空间飞行器,主要包括超高空飞艇、

超高空无人机等,超高空气球由于没有动力系统和姿态控制系统,因而不认为是临近空间飞行器。高速临近空间飞行器主要包括所谓亚轨道飞行器以及在研中的各种能够穿梭于临近空间的超声速和高超声速飞行器。

对临近空间飞行器的分类如图 1-1 所示,本书讨论的主要是以速度为标准进行分类的临近空间飞行器。

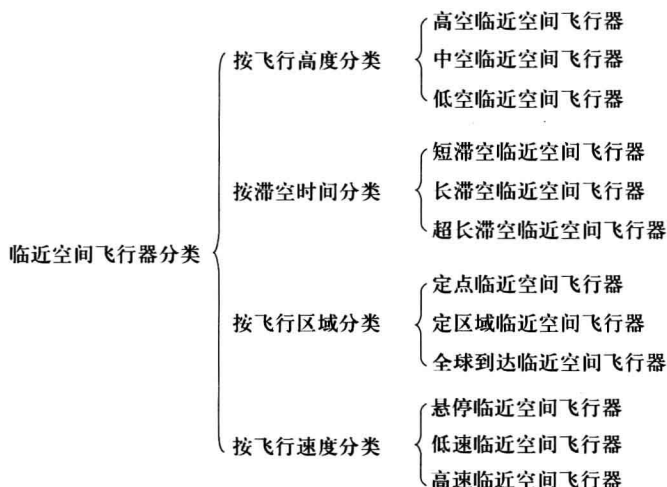


图 1-1 临近空间飞行器的分类

1.2.2 临近空间飞行器的特点

临近空间飞行器不但具备了航空、航天飞行器的诸多优点,同时也具备了很多自身独特的优势,可以弥补航空、航天飞行器的不足^[12,13]。同时,不同类型的临近空间飞行器也有着不同的优势。

1. 低速飞行器高度适中,覆盖范围广、探测精度高

低速临近空间飞行器的飞行高度处于 20km ~ 100km,飞行高度适中。临近空间飞行器的运行高度远远低于卫星运行的高度,如果能够设置在临近空间长时定点工作的飞行器,就会极大地便利对地面的观测和通信。与地球同步卫星运行高度约 36000km 相比,处于临近空间的飞行器的自由空间衰减少 65dB,延迟时间小于 0.03ms,远小于同步卫星的 12ms,有利于通信终端的小型化、宽带化。相对于侦察卫星,临近空间飞行器距离地面更近,可以利用其携带的各种光学/电子侦察设备对陆、海、空、天目标进行侦察监视,对导弹发射进行预警,所搜集到的图像和数据在质量上也比数百千米轨道上飞行的卫星更好,因此非常有利于获取目标的高分辨率图像。由于侦察卫星在某一点目标上空过顶时间停