

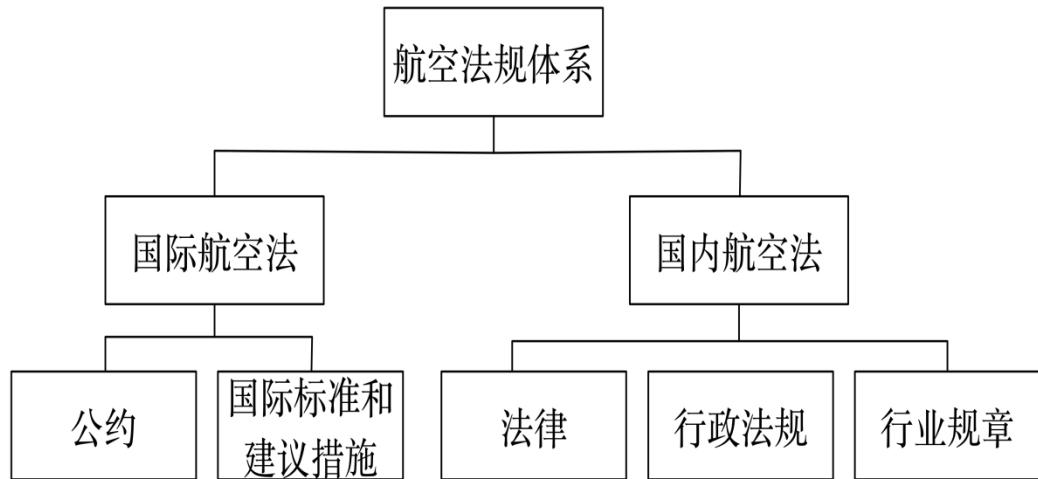


商用驾驶员执照 理论考试知识点 (直升机)

中国民用航空局飞行标准司
2018年3月

1.1.1 航空法规体系、框架

备注:



航空法规体系可分为国际和国内两大体系。

国际法规体系分为公约和国际标准和建议措施两个层面；国际标准和建议措施即指《国际民航公约》的19个附件。

国内法规体系由法律、行政法规和行业规章三个层次构成。

样题：请列举五种以上的附件？

1.1.2 国内航空法的分类与颁布部门	备注:
<p>国内法规体系由法律、行政法规和行业规章三个层次构成，对应的颁发机构分别是人大（或人大常委）、国务院（或中央军委、国家空管委）、民航局。</p> <p>《中华人民共和国民用航空法》由中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会通过并颁布。</p> <p>《中国民用航空法》的主要内容很好地与缔结的民用航空三大系列的五个国际公约接轨，在遵从我国宪法这一根本大法的前提下，与刑民法协调一致的基础上，使国际法的规定在国内法中得以确认和实施。</p> <p>行政法规是以国务院令的形式或授权中国民航局发布。如：《民用航空器适航管理条例》、《中华人民共和国飞行基本规则》等。</p> <p>行业规章以民航局局长令的形式发布，通常编入中国民航规章CCAR，如：CCAR61部、CCAR91部等。</p> <p>另外，由民航局所属的职能部门下发的规范性文件是对行业规章的必要补充。规范性文件包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 管理程序（英文为Aviation Procedure，简称AP），是各职能部门下发的有关民用航空规章的实施办法或具体管理程序，是民航行政机关工作人员从事管理工作和法人、其他经济组织或者个人从事民用航空活动应当遵守的行为规则。 咨询通告（英文为Advisory Circular，简称AC），是各职能部门下发的对民用航空规章条文所作的具体阐述。 管理文件（英文为Management Document，简称MD），是各职能部门下发的就民用航空管理工作的重要事项作出的通知、决定或政策说明。 工作手册（英文为Working Manual，简称WM），是各职能部门下发的规范和指导民航行政机关工作人员具体行为的文件。 信息通告（英文为Information Bulletin，简称IB），是各职能部门下发的反映民用航空活动中出现的新情况以及国内外有关民航技术上存在的问题进行通报的文件。 <p>样题：请问《轻小无人机运行规定》（AC-91-FS-2015-31）中“AC-91”的含义是什么？</p>	

1.2.1 民用航空器的国籍	备注：《中华人民共和国民用航空法》第五、六、八条 《中华人民共和国民用航空器国籍登记条例》第九、十五、十六条
<p>民用航空器，是指除用于执行军事、海关、警察飞行任务外的航空器。</p> <p>经中华人民共和国国务院民用航空主管部门依法进行国籍登记的民用航空器，具有中华人民共和国国籍，由国务院民用航空主管部门发给国籍登记证书。</p> <p>依法取得中华人民共和国国籍的民用航空器，应当标明规定的国籍标志和登记标志。</p> <p>中华人民共和国民用航空器的国籍标志为罗马体大写字母B。</p> <p>中华人民共和国民用航空器的登记标志为阿拉伯数字、罗马体大写字母或者二者的组合。</p> <p>中华人民共和国民用航空器的国籍标志置于登记标志之前，国籍标志和登记标志之间加一短横线。</p> <p>民用航空器不得具有双重国籍。未注销外国国籍的民用航空器不得在中华人民共和国申请国籍登记。</p>	

样题：从国外租赁的航空器是否需要在我国进行国籍登记？

1.2.2 航空器适航管理 1.2.2.1 适航管理的定义及分类	备注:
<p>适航性：航空器适合空中航行并能保证飞行安全应具备的最低飞行品质特性。</p> <p>适航标准：航空器应具备的最低飞行安全标准（最低飞行品质），由民航局颁布。适航标准是对适航性的技术描述。</p> <p>适航管理可分为前期的初始适航管理和后期的持续适航管理两个阶段，分为设计、制造、使用、维修四个环节。</p> <p>初始适航管理是指在航空器交付使用之前，民航局根据各类适航标准和专用条件对民用航空器的设计、制造所进行的管理。</p> <p>持续适航管理是指在民用航空器满足初始适航管理要求，取得适航证，并投入营运后，为保持它在设计制造时的基本安全水平或适航水平所进行的管理。</p>	样题：航空公司机务人员对航空器的例行检查属于适航管理的哪个环节？

1.2.2 航空器适航管理	备注：《中华人民共和国民用航空法》第 34 至 37 条	
1.2.2.2 有关适航证件		
<p>有关适航证件包括：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 型号合格证，对应于设计环节，包括航空器、发动机、螺旋桨、机上设备等，从国外首次进口的航空器的型号认可证书也属于此类；生产许可证，对应于制造环节，也包括航空器、发动机、螺旋桨、机上设备等；2. 适航证，对应于使用环节，指航空器整机，是民航应用的最关键的证书。比较特殊的是，也包括了对于租赁外国航空器的承认或另发适航证，以及出口到国外的出口适航证书；3. 维修许可证，对应于维修环节，包括航空器、发动机、螺旋桨、机上设备等；4. 国籍登记证，表明法律地位和身份。		
样题：型号合格证用于适航管理的哪个环节？		

1.2.2 航空器适航管理	备注：《中华人民共和国民用航空法》 第九十条
<p>从事飞行的民用航空器，应当携带下列文件：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 民用航空器国籍登记证书；2. 民用航空器适航证书；3. 机组人员相应的执照；4. 民用航空器航行记录簿；5. 装有无线电设备的民用航空器，其无线电台执照；6. 载有旅客的民用航空器，其所载旅客姓名及其出发地点和目的地点的清单；7. 载有货物的民用航空器，其所载货物的舱单和明细的申报单；8. 根据飞行任务应当携带的其他文件。 <p>民用航空器未按规定携带前款所列文件的，国务院民用航空主管部门或者其授权的地区民用航空管理机构可以禁止该民用航空器起飞。</p>	
样题：没有无线电台执照的航空器能否在管制空域执行任务？	

1.2.3 航空人员的管理 1.2.3.1 机组的组织管理	备注：《中华人民共和国民用航空法》第四十三至四十四条
<p>机组由机长和其他所有空勤人员组成，机组由机长领导。</p> <p>机组的组成和人员数额，应当符合国务院民用航空主管部门的规定（适航证、飞行手册、有关文件规定）。随机工作人员和实习人员，应在飞行任务书中注明。</p> <p>机长应当由具有独立驾驶该型号民用航空器的技术和经验的驾驶员担任。如果机组中有两名以上驾驶员，必须指定一名为机长。</p> <p>飞行中，机长因故不能履行职务的，由仅次于机长职务的驾驶员代理机长；在下一个经停地起飞前，民用航空器所有人或者承租人应当指派新机长接任。</p> <p>在执行飞行期间，机长负责领导机组的一切活动，对航空器和航空器所载人员及财产的安全、航班正常、服务质量和服务完成任务负责。机组全体成员必须服从机长命令，听从机长指挥。</p>	

样题：飞行中机长因故不能履行职务时该如何处理？

1.2.3 航空人员的管理	备注：《中华人民共和国民用航空法》第四十五至五十条	
1.2.3.2 机长的权利和义务		
<p>1. 确认保障飞行安全的各项条件低于最低标准，或者缺乏信心，拒绝飞行。</p> <p>2. 遇复杂气象或发生特情时，为保证航空器和旅客安全，对航空器处置作出最后决定。</p> <p>3. 发现机组成员不适宜继续飞行，有碍飞行安全时，提出将其更换。</p> <p>4. 空中治安权。</p> <p>5. 民用航空器遇险时，指挥机组和旅客采取一切必要的抢救措施。</p> <p>6. 在必须撤离遇险民用航空器的紧急情况下，首先组织旅客安全离开民用航空器；未经机长允许，机组人员不得擅自离开民用航空器；机长应当最后离开民用航空器。</p> <p>7. 民用航空器发生事故，机长应当直接或者通过空中交通管制单位，如实将事故情况及时报告民航局。</p> <p>8. 机长收到船舶或者其他航空器的遇险信号，或者发现遇险的船舶、航空器及其人员，应当将遇险情况及时报告就近的空中交通管制单位并给予可能的合理的援助。</p>		
样题：在遇到紧急情况时，机长能否偏离管制员的指令？		

1.2.4 飞行管理 1.2.4.1 管制空域内飞行的相关规定	备注：《中华人民共和国民用航空法》第七十三至八十一一条
<p>在一个划定的管制空域内，由一个空中交通管制单位负责该空域内的航空器的空中交通管制。</p> <p>民用航空器在管制空域内进行飞行活动，应当取得空中交通管制单位的许可。</p> <p>民用航空器应当按照空中交通管制单位指定的航路和飞行高度飞行；因故确需偏离指定的航路或者改变飞行高度飞行的，应当取得空中交通管制单位的许可。</p> <p>在中华人民共和国境内飞行的航空器，必须遵守统一的飞行规则。</p> <p>进行目视飞行的民用航空器，应当遵守目视飞行规则，并与其他航空器、地面障碍物保持安全距离。进行仪表飞行的民用航空器，应当遵守仪表飞行规则。</p> <p>民用航空器机组人员的飞行时间、执勤时间不得超过国务院民用航空主管部门规定的时限。</p> <p>民用航空器机组人员受到酒类饮料、 麻醉剂或者其他药物的影响，损及工作能力的，不得执行飞行任务。</p> <p>民用航空器除按照国家规定经特别批准外，不得飞入禁区；除遵守规定的限制条件外，不得飞入限制区。</p> <p>民用航空器未经批准不得飞出中华人民共和国领空。</p>	

样题：取得批准进入中国领空的外国航空器能否自行离开中国领空？

1.2.4 飞行管理 1.2.4.2 民用航空器可以飞越城市上空的情形	备注：《中华人民共和国民用航空法》第七十九条
<p>民用航空器不得飞越城市上空；但是，有下列情形之一的除外：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 起飞、降落或者指定的航路所必需的；2. 飞行高度足以使该航空器在发生紧急情况时离开城市上空，而不致危及地面上的人员、财产安全的；3. 按照国家规定的程序获得批准的。	
样题：试飞阶段的航空器能否飞越城市上空？	

<p>1.2.4 飞行管理</p> <p>1.2.4.3 民用航空器在飞行中可以投掷物品的情形</p>	<p>备注：《中华人民共和国民用航空法》第七十三至八十一一条</p>
<p>飞行中，民用航空器不得投掷物品；但是，有下列情形之一的除外：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 飞行安全所必需的；2. 执行救助任务或者符合社会公共利益的其他飞行任务所必需的。 <p>样题：在哪些情况下，飞行中的直升机可以投掷物品？</p>	

1.2.5 法律责任	备注：《中华人民共和国民用航空法》 第二百零一、二百零五至二百零九条
<p>一、违反《中华人民共和国民用航空法》第三十七条的规定，民用航空器无适航证书而飞行，或者租用的外国民用航空器未经国务院民用航空主管部门对其原国籍登记国发给的适航证书审查认可或者另发适航证书而飞行的，由国务院民用航空主管部门责令停止飞行，没收违法所得，可以并处违法所得一倍以上五倍以下的罚款；没有违法所得的，处以十万元以上一百万元以下的罚款。</p> <p>适航证书失效或者超过适航证书规定范围飞行的，依照前款规定处罚。</p> <p>二、违反《中华人民共和国民用航空法》第四十条的规定，未取得航空人员执照、体格检查合格证书而从事相应的民用航空活动的，由国务院民用航空主管部门责令停止民用航空活动，在国务院民用航空主管部门规定的限期内不得申领有关执照和证书，对其所在单位处以二十万元以下的罚款。</p> <p>三、有下列违法情形之一的，由国务院民用航空主管部门对民用航空器的机长给予警告或者吊扣执照一个月至六个月的处罚，情节较重的，可以给予吊销执照的处罚：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 机长违反《中华人民共和国民用航空法》第四十五条第一款的规定，未对民用航空器实施检查而起飞的； 2. 民用航空器违反《中华人民共和国民用航空法》第七十五条的规定，未按照空中交通管制单位指定的航路和飞行高度飞行，或者违反《中华人民共和国民用航空法》第七十九条的规定飞越城市上空的。 <p>四、民用航空器未经空中交通管制单位许可进行飞行活动的，由国务院民用航空主管部门责令停止飞行，对该民用航空器所有人或者承租人处以一万元以上十万元以下的罚款；对该民用航空器的机长给予警告或者吊扣执照一个月至六个月的处罚，情节较重的，可以给予吊销执照的处罚。</p> <p>五、民用航空器的机长或者机组其他人员有下列行为之一的，由国务院民用航空主管部门给予警告或者吊扣执照一个月至六个月的处罚；有第2项或者第3项所列行为的，可以给予吊销执照的处罚：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在执行飞行任务时，不按照《中华人民共和国民用航空法》第四十一条的规定携带执照和体格检查合格证书的； 2. 民用航空器遇险时，违反《中华人民共和国民用航空法》第四十八条的规定离开民用航空器的； 3. 违反《中华人民共和国民用航空法》第七十七条第二款的规定执行飞行任务的。 <p>六、民用航空器在飞行中投掷物品的，由国务院民用航空主管部门给予警告，可以对直接责任人员处以二千元以上二万元以下的罚款。</p> <p>样题：飞行员未按照空中交通管制单位指定的航路和飞行高度飞行，可能面临哪些处罚？</p>	

1.3.1 飞行管制 1.3.1.1 飞行管制的概念、内容及实施办法	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第二十八至三十四条
<p>一、中华人民共和国境内的飞行管制，由中国人民解放军空军统一组织实施，各有关飞行管制部门按照各自的职责分工提供空中交通管制服务。</p> <p>二、飞行管制的基本任务是：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 监督航空器严格按照批准的计划飞行，维护飞行秩序，禁止未经批准的航空器擅自飞行；2. 禁止未经批准的航空器飞入空中禁区、临时空中禁区或者飞出、飞入国（边）境；3. 防止航空器与航空器、航空器与地面障碍物相撞；4. 防止地面对空兵器或者对空装置误射航空器。 <p>三、在中华人民共和国境内，按照飞行管制责任划分为：飞行管制区、飞行管制分区、机场飞行管制区。</p> <p>四、航路、航线地带和民用机场区域设置高空管制区、中低空管制区、终端（进近）管制区、机场塔台管制区。</p> <p>五、在中华人民共和国境内、毗连区、专属经济区及其毗连的公海的上空划分若干飞行情报区。</p>	

样题：民航空管单位提供的空中交通管制服务是否属于飞行管制的内容？

1.3.1 飞行管制	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第三十五至三十八条
1.3.1.2 飞行申请与批准	
<p>获准飞出或者飞入中华人民共和国领空的航空器，实施飞出或者飞入中华人民共和国领空的飞行和各飞行管制区间的飞行，必须经中国人民解放军空军批准；飞行管制区内飞行管制分区间的飞行，经负责该管制区飞行管制的部门批准；飞行管制分区内的飞行，经负责该分区飞行管制的部门批准。</p> <p>民用航空的班期飞行，按照规定的航路、航线和班期时刻表进行；民用航空的不定期运输飞行，由国务院民用航空主管部门批准，报中国人民解放军空军备案；涉及其他航空管理部门的，还应当报其他航空管理部门备案。</p> <p>战斗飞行按照战斗命令执行，飞机起飞前或者起飞后必须及时通报飞行管制部门。</p> <p>对未经批准而起飞或者升空的航空器，有关单位必须迅速查明情况，采取必要措施，直至强迫其降落。</p> <p>转场航空器的起飞，机场区域内、外飞行的开始和结束，均应当遵守预定的时间；需要提前或者推迟起飞时间的，应当经上一级飞行管制部门的许可。</p> <p>转场航空器超过预定起飞时间一小时仍未起飞，又未申请延期的，其原飞行申请失效。</p>	
样题：执行通航飞行任务前应该向哪些单位提出申请？	

1.3.1 飞行管制	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第三十九条
1.3.1.3 通用航空飞行活动申请内容	
<p>组织与实施通用航空飞行活动，必须按照有关规定履行报批手续，并向当地飞行管制部门提出飞行申请。飞行申请的内容包括：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 任务性质；2. 航空器型别；3. 飞行范围；4. 起止时间；5. 飞行高度和飞行条件等。 <p>各航空单位应当按照批准的飞行计划组织实施。</p>	
样题：通航飞行计划包括哪些内容？	

<h3>1.3.2 机场区域内飞行的相关规定</h3> <h4>1.3.2.1 一般规定</h4>	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第四十八、四十九、五十、五十二、五十五、五十六、五十九条
<p>飞行人员自起飞前开车起到着陆后关车止，必须同空中交通管制员或者飞行指挥员保持无线电通信联络，并且严格遵守通信纪律。</p> <p>机场的起落航线通常为左航线；若因地形、城市等条件的限制，或者为避免同邻近机场的起落航线交叉，也可以为右航线；起落航线的飞行高度，通常为300米至500米。</p> <p>进行起落航线飞行时，禁止超越同型航空器；各航空器之间的距离，一般应当保持在1500米以上；经空中交通管制员或者飞行指挥员许可，速度大的航空器可以在第三转弯前超越速度小的航空器，超越时应当从前航空器的外侧超越，其间隔不得小于200米。除必须立即降落的航空器外，任何航空器不得从内侧超越前航空器。</p> <p>加入起落航线飞行必须经空中交通管制员或者飞行指挥员许可，并且应当顺沿航线加入，不得横向截入。</p> <p>航空器起飞后在机场区域内上升或者降落前在机场区域内下降，必须按照空中交通管制员或者飞行指挥员的指示进行。</p> <p>航空器飞离机场加入航路、航线和脱离航路、航线飞向机场，应当按照该机场使用细则或者进离场程序规定的航线和高度上升或者下降。</p> <p>目视飞行时，飞行人员必须加强空中观察。航空器应当与云保持一定的水平距离和垂直距离。</p> <p>机长对目视飞行的安全负直接责任。</p> <p>航空器进入着陆，应当经空中交通管制员或者飞行指挥员许可；不具备着陆条件的，不得勉强着陆。</p> <p>航空器着陆后，应当迅速脱离跑道。</p> <p>航空器在等待空域内，必须保持在规定的等待高度层并且按照空中交通管制员或者飞行指挥员指示的方法飞行，未经许可，不得自行改变。</p> <p>在等待空域内等待降落的航空器，应当按照规定的顺序降落。特殊情况下，经空中交通管制员或者飞行指挥员许可，方可优先降落。</p> <p>样题：飞行员在加入起落航线时有哪些注意事项？</p>	

1.3.2 机场区域内飞行的相关规定 1.3.2.2 地面运行规定	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第六十八和第六十九条
<p>飞行员开车滑行，必须经空中交通管制员或者飞行指挥员许可。滑行或者牵引时，应当遵守下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 按照规定的或者空中交通管制员、飞行指挥员指定的路线滑行或者牵引。2. 滑行速度应当按照相应航空器的飞行手册或者飞行员驾驶守则执行；在障碍物附近滑行，速度不得超过每小时 15 公里。3. 航空器对头相遇，应当各自靠右侧滑行，并且保持必要的安全间隔；航空器交叉相遇，飞行员从座舱左侧看到另一架航空器时应当停止滑行，主动避让。4. 两架以上航空器跟进滑行，后航空器不得超越前航空器，后航空器与前航空器的距离，不得小于 50 米。5. 夜间滑行或者牵引，应当打开航空器上的航行灯。6. 水上航空器在滑行或者牵引中，与船只对头或者交叉相遇，应当按照航空器滑行或者牵引时相遇的避让方法避让。	

样题：运输机场地面滑行时航空器出现对头冲突，飞行员应如何处理？

1.3.3 航路和航线飞行的相关规定 1.3.3.1 一般规定	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第六十六、七十二、七十四、七十五、七十七条
<p>穿越航路和航线的飞行，应当明确穿越的地段、高度和时间，穿越时还应当保证与航路和航线飞行的航空器有规定的飞行间隔。</p> <p>在与航路、固定航线交叉或者靠近的临时航线飞行时，飞行人员应当加强对空中的观察，防止与航路飞行的航空器相撞。当临时航线与航路、固定航线交叉时，水平能见度大于 8 公里的，应当按照规定的飞行高度通过；在云中飞行或者水平能见度小于 8 公里的，应当按照空中交通管制员或者飞行指挥员的指示通过。在靠近航路的航线上飞行时，应当与航路的边界保持规定的安全间隔。</p> <p>当天气情况不低于机长飞行的最低气象条件时，机长方可再 300 米以下进行目视飞行，飞行时航空器距离云层底部不得小于 50 米。</p> <p>航空器沿航路和固定航线飞行通过中途机场 100 至 50 公里前，除有协议的外，飞行人员应当向该机场的空中交通管制员或者飞行指挥员报告预计通过的时间和高度。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行的航空器，在起飞前或者在中途机场降落后需要继续飞行的，机长或者其代理人必须到机场飞行管制部门办理飞行手续，校对有关资料，经批准后方可起飞；航空器降落后需要连续起飞的，必须事先经中途机场飞行管制部门的许可。航路、航线飞行或者转场飞行的航空器降落后，机长或者其代理人必须到机场飞行管制部门或者航空公司报告飞行情况和航路、航线天气情况，递交飞行任务书和飞行天气报告表。未经批准而降落在非预定机场的航空器，必须由驻该机场航空单位的负责人向上级报告，经批准后方可起飞。</p>	

样题：当空中能见度只有 5 公里时，穿越航线需注意哪些事项？

1.3.3 航路和航线飞行的相关规定 1.3.3.2 航空器禁止起飞的情况	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第六十九条
<p>一、航路、航线飞行或者转场飞行前，驻机场航空单位或者航空公司的负责人应当亲自或者指定专人对飞行人员的飞行准备情况进行检查。飞行准备质量符合要求时，方可执行飞行任务。</p> <p>二、航路、航线飞行或者转场飞行的航空器的起飞，应当根据飞行人员和航空器的准备情况，起飞机场、降落机场和备降机场的准备情况以及天气情况等确定；</p> <p>三、在下述情况下，不允许航路、航线飞行或者转场飞行的航空器的起飞：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 空勤组成员不齐，或者由于技术、健康等原因不适于飞行的； 2. 飞行人员尚未完成飞行准备、飞行准备质量不符合要求、驻机场航空单位或者航空公司的负责人未批准飞行的； 3. 飞行人员未携带飞行任务书、飞行气象文件及其他必备飞行文件的； 4. 飞行人员未校对本次飞行所需的航行、通信、导航资料和仪表进近图或者穿云图的； 5. 航空器或者航空器上的设备有故障可能影响飞行安全，或者民用航空器设备低于最低设备清单规定，或者军用航空器经机长确认可能影响本次飞行安全的； 6. 航空器表面的冰、霜、雪未除净的； 7. 航空器上的装载和乘载不符合规定的； 8. 航空器未按规定携带备用燃料的； 9. 天气情况低于机长飞行的最低气象条件，以及天气情况危及本次飞行安全的。 	

样题：在哪些情况下，不允许航路、航线飞行或者转场飞行的航空器的起飞？

1.3.3 航路和航线飞行的相关规定 1.3.3.3 目视飞行避让规则	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第七十一、七十三、七十四条
<p>一、目视飞行时，航空器应当按照下列规定避让：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 在同一高度上对头相遇，应当各自向右避让，并保持 500 米以上的间隔；2. 在同一高度上交叉相遇，飞行员从座舱左侧看到另一架航空器时应当下降高度，从座舱右侧看到另一架航空器时应当上升高度；3. 在同一高度上超越前航空器，应当从前航空器右侧超越，并保持 500 米以上的间隔；4. 单机应当主动避让编队或者拖曳飞机，有动力装置的航空器应当主动避让无动力装置的航空器，战斗机应当主动避让运输机。 <p>二、未配备复杂气象飞行设备的航空器，机长应当按照规定的飞行最低气象条件，在安全高度以上进行目视飞行，防止飞入云中。</p> <p>三、当天气情况不低于机长飞行的最低气象条件时，机长方可再 300 米以下进行目视飞行，飞行时航空器距离云层底部不得小于 50 米。</p>	

样题：当机长发现两点钟方向有同高度相对飞行时应采取什么动作？

1.3.4 飞行间隔	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第七十九、八十一、八十八条
1.3.4.1 飞行间隔的定义与一般要求	
<p>飞行间隔是为了防止飞行冲突，保证飞行安全，提高飞行空间和时间利用率所规定的航空器之间应当保持的最小安全距离。飞行间隔包括垂直间隔和水平间隔。水平间隔分为纵向间隔和横向间隔。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行的水平间隔，由中国人民解放军空军会同国务院民用航空主管部门拟定，报国务院、中央军事委员会空中交通管制委员会批准。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行时，因航空器故障、积冰、绕飞雷雨区等原因需要改变飞行高度层的，机长应当向飞行管制部门报告原因和当时航空器的准确位置，请求另行配备飞行高度层。飞行管制部门允许航空器改变飞行高度层时，必须明确改变的高度层以及改变高度层的地段和时间。</p> <p>遇有紧急情况，飞行安全受到威胁时，机长可以决定改变原配备的飞行高度层，但必须立即报告飞行管制部门，并对该决定负责。改变高度层的方法是：从航空器飞行的方向向右转 30 度，并以此航向飞行 20 公里，再左转平行原航线上升或者下降到新的高度层，然后转回原航线。</p>	
样题：飞行间隔包括哪些种类？	

1.3.4 飞行间隔 1.3.4.2 飞行高度层的配备	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》 第八十、八十四条 CCAR-91 部第 91.159 条
<p>航路、航线飞行或者转场飞行的垂直间隔,按照飞行高度层配备。飞行高度层按照以下标准划分:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 真航线角在 0 度至 179 度范围内,高度由 900 米至 8100 米,每隔 600 米为一个高度层;高度由 8900 米至 12500 米,每隔 600 米为一个高度层;高度在 12500 米以上,每隔 1200 米为一个高度层。 2. 真航线角在 180 度至 359 度范围内,高度由 600 米至 8400 米,每隔 600 米为一个高度层;高度由 9200 米至 12200 米,每隔 600 米为一个高度层;高度在 13100 米以上,每隔 1200 米为一个高度层。 3. 飞行高度层应当根据标准大气压条件下假定海平面计算。 <p>航路、航线飞行或者转场飞行的高度层,由批准本次飞行的负责人,通过飞行管制部门具体配备。</p> <p>飞行高度层应当根据飞行任务的性质、航空器性能、飞行区域以及航线的地形、天气和飞行情况等配备。</p> <p>目视飞行规则的巡航高度和飞行高度层,除经空中交通管制批准外,驾驶航空器按目视飞行规则在离地 900 米以上做水平巡航飞行时,应当按照飞行高度层飞行。</p>	

样题: 在哪些情况下,飞行员可以不按飞行高度层的高度飞行?

1.3.4 飞行间隔	备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第八十二、八十三条
1.3.4.3 飞行的安全高度	
<p>飞行的安全高度是避免航空器与地面障碍物相撞的最低飞行高度。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行的安全高度，在高原和山区应当高出航路中心线、航线两侧各 25 公里以内最高标高 600 米；在其他地区应当高出航路中心线、航线两侧各 25 公里以内最高标高 400 米。</p> <p>受性能限制的航空器，其航路、航线飞行或者转场飞行的安全高度，由有关航空管理部门另行规定。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行的航空器，在航路中心线、航线两侧各 25 公里以内的最高标高不超过 100 米，大气压力不低于 1000 百帕（750 毫米水银柱）的，允许在 600 米的高度层内飞行；当最高标高超过 100 米，大气压力低于 1000 百帕（750 毫米水银柱）的，飞行最低的高度层必须相应提高，保证飞行的真实高度不低于安全高度。</p>	
样题：直升机在山区飞行时如何确定最低安全高度？	

<p>1.3.4 飞行间隔</p> <p>1.3.4.4 高度表拨正</p>	<p>备注:《中华人民共和国飞行基本规则》第八十六、八十七条</p>
<p>航路、航线飞行或者转场飞行的航空器起飞前，应当将场面气压的数值调整到航空器上气压高度表的固定指标，使气压高度表的指针指到零的位置。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行的航空器起飞后，在未规定过渡高度或者过渡高的机场上升到距该机场道面 600 米高度时，应当将航空器上气压高度表的标准海平面气压值调整到固定指标，然后再继续上升到规定的飞行高度层；</p> <p>规定有过渡高度或者过渡高的机场，在上升并穿越过渡高度或者过渡高时，应当将气压高度表调整到标准海平面气压值。</p> <p>航路、航线飞行或者转场飞行的航空器，进入降落机场区域并下降穿越该机场过渡高度层时，或者根据空中交通管制员、飞行指挥员的指示，将机场场面气压的数值调整到航空器上气压高度表的固定指标。</p> <p>仅供民用航空器起降的机场，可以修正海平面气压值为航空器气压高度表拨正值。</p> <p>提供外国航空器起降的机场，可以向外国航空器提供机场修正海平面气压值。</p> <p>军用、民用航空器在同一机场同时飞行的，必须统一航空器上气压高度表拨正时机。</p> <p>在高原机场起飞前，航空器上气压高度表的气压刻度不能调整到机场场面气压数值的，应当将气压高度表的标准海平面气压值调整到固定指标（此时所指示的高度为假定零点高度），然后起飞和上升到规定的飞行高度。</p> <p>在高原机场降落时，航空器上气压高度表的气压刻度不能调整到机场场面气压数值的，应当按照空中交通管制员或者飞行指挥员通知的假定零点高度进行着陆。航空器上有两个气压高度表的，应当将其中一个气压高度表的标准海平面气压值调整到固定指标，而将另一个气压高度表以修正的海平面气压值调整到固定指标。</p> <p>在高原、山区飞行，必须注意航空器上气压高度表与无线电高度表配合使用。</p>	

样题: 在高原机场运行的直升机,如机场不提供修正海压,则在起飞时应如何设置高度表?

1.3.5 飞行中特殊情况的处置

备注：《中华人民共和国飞行基本规则》
第九十九至一百零一条、第一百零三条

飞行人员对飞行中特殊情况的处置必须预有准备。飞行人员应当及时察觉飞行中出现特殊情况的各种征兆，熟练掌握在各种特殊情况下的操作程序和紧急处置方法。

飞行中发生特殊情况，机长必须在保证航空器上人员生命安全的前提下，积极采取措施保全航空器。时间允许的，机长应当及时向空中交通管制员或者飞行指挥员报告所发生的情况和准备采取的措施，并且按照其指示行动。

在飞行中遇到严重危及航空器和人员安全的情况时，飞行人员应当利用一切手段，重复发出规定的遇险信号。其他航空器飞行人员在飞行中收到遇险信号，应当暂时停止使用无线电发信，必要时协助遇险航空器重复发出遇险信号。

航空器在中华人民共和国境外遇险时，应当使用国际通用的遇险信号和频率。在海上飞行遇险时，设备允许的，还应当使用 500 千赫频率发出遇险信号。

样题：当某机长听到通信频率里有其它航空器驾驶员的遇险呼叫而管制单位没有回应时，应采取哪些措施？

1.3.6 法律责任

备注:《中华人民共和国飞行基本规则》
第一百一十六至一百一十八条

违反《中华人民共和国飞行基本规则》规定，《中华人民共和国民用航空法》及有关法规对其处罚有明确规定的，从其规定；无明确规定的，适用《中华人民共和国飞行基本规则》第11章的规定。

未按《中华人民共和国飞行基本规则》规定履行审批、备案或者其他手续的，由有关部门按照职责分工责令改正；情节严重的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分或者纪律处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

飞行人员未按《中华人民共和国飞行基本规则》规定履行职责的，由有关部门依法给予行政处分或者纪律处分；情节严重的，依法给予吊扣执照一个月至六个月的处罚，或者责令停飞一个月至三个月；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

样题：若组织飞行的人员未按《中华人民共和国飞行基本规则》的规定履行职责，会受到哪些处罚？

1.4.1 通用航空的种类	备注：《通用航空飞行管制条例》第三条
<p>本条例所称通用航空，是指除军事、警务、海关缉私飞行和公共航空运输飞行以外的航空活动，包括从事工业、农业、林业、渔业、矿业、建筑业的作业飞行和医疗卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、遥感测绘、教育训练、文化体育、旅游观光等方面的飞行活动。</p>	
样题：公务飞行是否属于通用航空？	

1.4.2 通航飞行活动的管理 1.4.2.1 飞行计划的要求	备注：《通用航空飞行管制条例》第十二、十三条
<p>从事通用航空飞行活动的单位、个人实施飞行前，应当向当地飞行管制部门提出飞行计划申请，按照批准权限，经批准后方可实施。</p> <p>飞行计划申请应当包括下列内容：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 飞行单位；2. 飞行任务性质；3. 机长（飞行员）姓名、代号（呼号）和空勤组人数；4. 航空器型别和架数；5. 通信联络方法和二次雷达应答机代码；6. 起飞、降落机场和备降场；7. 预计飞行开始、结束时间；8. 飞行气象条件；9. 航线、飞行高度和飞行范围；10. 其他特殊保障需求。	

样题：通航飞行计划中是否需要包含对作业设备的描述？

1.4.2 通航飞行活动的管理	备注：《通用航空飞行管制条例》第十四条	
1.4.2.2 需要提交有效的任务批准文件的飞行情形		
<p>从事通用航空飞行活动的单位、个人有下列情形之一的，必须在提出飞行计划申请时，提交有效的任务批准文件：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 飞出或者飞入我国领空的（公务飞行除外）；2. 进入空中禁区或者国（边）界线至我方一侧 10 公里之间地带上空飞行的；3. 在我国境内进行航空物探或者航空摄影活动的；4. 超出领海（海岸）线飞行的；5. 外国航空器或者外国人使用我国航空器在我国境内进行通用航空飞行活动的。		
样题：由外国飞行员驾驶航空器进行农业飞行是否需要任务批准文件？		

1.4.2 通航飞行活动的管理	备注：《通用航空飞行管制条例》第十六条	
1.4.2.3 飞行计划的申请时限		
<p>飞行计划申请应当在拟飞行前一天 15: 00 时前提出；飞行管制部门应当在拟飞行前一天 21: 00 时前作出批准或者不予批准的决定，并通知申请人。</p>		
样题：拟飞行前一天 12: 00 时前提出的通航飞行计划，最晚应在什么时间前获得是否批准的批复？		

1.4.3 通用航空的飞行保障

备注：《通用航空飞行管制条例》第二十二至二十九条

从事通用航空飞行活动的单位、个人组织各类飞行活动，应当制定安全保障措施，严格按照批准的飞行计划组织实施，并按照要求报告飞行动态。

从事通用航空飞行活动的单位、个人，应当与有关飞行管制部门建立可靠的通信联络。在划设的临时飞行空域内从事通用航空飞行活动时，应当保持空地联络畅通。

在临时飞行空域内进行通用航空飞行活动，通常由从事通用航空飞行活动的单位、个人负责组织实施，并对其安全负责。

从事通用航空飞行活动需要使用军用机场的，应当将使用军用机场的申请和飞行计划申请一并向有关部队司令机关提出，由有关部队司令机关作出批准或者不予批准的决定，并通知申请人。

从事通用航空飞行活动的航空器转场飞行，需要使用军用或者民用机场的，由该机场管理机构按照规定或者协议提供保障；使用军民合用机场的，由从事通用航空飞行活动的单位、个人与机场有关部门协商确定保障事宜。

在临时机场或者起降点飞行的组织指挥，通常由从事通用航空飞行活动的单位、个人负责。

从事通用航空飞行活动的民用航空器能否起飞、着陆和飞行，由机长（飞行员）根据适航标准和气象条件等最终确定，并对此决定负责。

样题：在临时机场运行，机长能否对航空器起飞做出决断？

1.4.4 法律责任	备注：《通用航空飞行管制条例》第四十至四十二条
<p>违反本条例规定，《中华人民共和国民用航空法》、《中华人民共和国飞行基本规则》及有关行政法规对其处罚有规定的，从其规定；没有规定的，适用本章规定。</p> <p>从事通用航空飞行活动的单位、个人违反本条例规定，有下列情形之一的，由有关部门按照职责分工责令改正，给予警告；情节严重的，处2万元以上10万元以下罚款，并可给予责令停飞1个月至2个月、暂扣直至吊销经营许可证、飞行执照的处罚；造成重大事故或者严重后果的，依照刑法关于重大飞行事故罪或者其他罪的规定，依法追究刑事责任：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 未经批准擅自飞行的；2. 未按批准的飞行计划飞行的；3. 不及时报告或者漏报飞行动态的；4. 未经批准飞入空中限制区、空中危险区的。 <p>违反本条例规定，未经批准飞入空中禁区的，由有关部门按照国家有关规定处置。</p>	
样题：根据《通用航空飞行管制条例》，对社会上的“黑飞”现象如何处罚？	

1.5.1 相关定义 1.5.1.1 与时间有关的定义	备注：CCAR-61部第61.7条
<p>1. 训练时间，是指受训人在飞行中、地面上、飞行模拟机或飞行训练器上从授权教员处接受训练的时间。</p> <p>2. 飞行时间，是指航空器为准备起飞而借助自身动力开始移动时起，到飞行结束停止移动时止的总时间。对于直升机是指，从直升机的旋翼开始转动时起到直升机飞行结束停止移动及旋翼停止转动为止的总时间。</p> <p>3. 仪表飞行时间，是指驾驶员仅参照仪表而不借助外部参照点驾驶航空器的时间。</p> <p>4. 飞行经历时间，是指为符合航空人员执照、等级、定期检查或近期飞行经历要求中的训练和飞行时间要求，在航空器、飞行模拟机或飞行训练器上所获得的在座飞行时间，这些时间应当是作为飞行机组必需成员的时间，或在航空器、飞行模拟机或飞行训练器上从授权教员处接受训练或作为授权教员在驾驶员座位上提供教学的时间。</p> <p>5. 转场时间，是指在满足下列条件的飞行中所取得的飞行时间：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 在航空器中实施；(2) 含有一个非出发地点的着陆点；(3) 使用了地标领航、推测领航、电子导航设备、无线电设备或其他导航系统航行至着陆地点。 <p>6. 单飞时间，是指学生驾驶员作为航空器唯一成员的飞行时间。</p>	

样题：航空器的飞行时间能否记作飞行人员的飞行时间？

<p>1.5.1 相关定义</p> <p>1.5.1.2 其他定义</p>	<p>备注：CCAR-61部第61.7条</p>
<p>1. 机长，是指在飞行时间内负责航空器的运行和安全的驾驶员。</p> <p>2. 副驾驶，是指在飞行时间内除机长以外的、在驾驶岗位执勤的持有执照的驾驶员，但不包括在航空器上接受飞行训练的驾驶员。</p> <p>3. 授权教员，是指是指持有按CCAR-61部颁发的具有教员等级的驾驶员执照，并依据其教员等级上规定的权利和限制执行地面教学或者飞行教学的人员。</p> <p>4. 考试员，是指由局方授权实施CCAR-61部要求的航空人员执照或者等级的定期检查、熟练检查、教员更新检查、实践考试或者理论考试的人员。考试员应当是局方的监察员或者是按照中国民用航空规章《民用航空飞行标准委任代表和委任单位代表规定》委任的驾驶考试员或者经局方批准的检查人员。</p> <p>5. 理论考试，是指航空理论方面的考试，该考试是颁发航空人员执照或者等级所要求的，可以通过笔试或者计算机考试来实施。</p> <p>6. 实践考试，是指为取得航空人员执照或者等级进行的操作方面的考试，该考试通过申请人在飞行中、飞行模拟机中或者飞行训练器中回答问题并演示操作动作的方式进行。</p> <p>飞行机组成员，是指在飞行值勤期内对航空器运行负有必不可少的职责并持有执照的机组成员。</p> <p>7. 等级，是指填在执照上或与执照有关并成为执照一部分的授权，说明关于此种执照的特殊条件、权利或限制。</p> <p>8. 商业航空运输运行，是指航空器为取酬或收费而从事旅客、货物或邮件运输的运行。</p>	

样题：持有学生执照的驾驶员能否作为副驾驶？

1.5.2 执照、合格证、等级和许可的要求	备注：CCAR-61部第61.9条
<p>一、驾驶员执照要求</p> <p>1. 在中国进行国籍登记的航空器上担任飞行机组必需成员的驾驶员，必须持有按 CCAR-61 部颁发或认可的有效驾驶员执照，并且在行使相应权利时随身携带该执照。当中国登记的航空器在外国境内运行时，可以使用该航空器运行所在国颁发或认可的有效驾驶员执照。</p> <p>2. 在中国境内运行的外国登记的航空器上担任飞行机组必需成员的驾驶员，必须持有按 CCAR-61 部颁发或认可的有效驾驶员执照，或持有由航空器登记国颁发或认可的有效驾驶员执照，并且在行使相应权利时随身携带该执照。</p> <p>二、体检合格证要求</p> <p>1. 持有按 CCAR-61 部颁发或认可的执照担任航空器飞行机组必需成员的驾驶员，必须持有按中国民用航空规章《民用航空人员体检合格证管理规则》（CCAR-67FS）颁发或认可的有效体检合格证，并且在行使驾驶员执照上的权利时随身携带该合格证。</p> <p>2. 在外国境内使用该国颁发的驾驶员执照运行中国登记的航空器时，可以持有颁发该执照要求的现行有效的体格检查证明。</p> <p>三、带有飞行教员等级的驾驶员执照</p> <p>1. 持有按 CCAR-61 部颁发的带有飞行教员等级的驾驶员执照的人员应当随身携带该执照或局方可接受的其他文件，方能行使飞行教员权利。</p> <p>2. 除 CCAR-61 部第 61.9 条(c)(3)规定的情况外，未具有合适飞行教员等级的驾驶员执照持有人驾驶员不得从事下列活动：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 向准备获取单飞和转场单飞资格的人员提供必需的训练； (2) 签字推荐申请人获取驾驶员执照或飞行教员等级所必需的实践考试； (3) 签署驾驶员飞行经历记录本，证明该驾驶员已接受过的任何训练； (4) 在学生驾驶员执照或飞行经历记录本上签字，授予其单飞权利。 <p>四、仪表等级的要求</p> <p>在仪表飞行规则（IFR）条件下或在低于目视飞行规则（VFR）规定的最低标准的气象条件下担任航空器的机长，必须符合下列要求之一：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 持有私用或商用驾驶员执照，并具有适合于所飞航空器的类别、级别、型别（如适用）和仪表等级； 2. 持有多人制机组驾驶员执照或航线运输驾驶员执照，并具有适合于所飞航空器的类别、级别和型别等级（如适用）。 3. 对于滑翔机机长，持有附带滑翔机类别等级和飞机仪表等级的驾驶员执照。 <p>五、年龄限制</p> <p>驾驶员应当遵守相应运行规章对驾驶员年龄的限制。</p> <p>六、证件检查</p> <p>持有CCAR-61部所要求的航空人员执照、体检合格证、许可或者其他有关证件的人员，在局方检查时，应当出示相关证件。</p>	
<p>样题：在仪表飞行规则（IFR）条件下或在低于目视飞行规则（VFR）规定的最低标准的气象条件下担任航空器的机长应该具备哪些条件？</p>	

1.5.3 驾驶员执照和等级	备注：CCAR-61部第61.13条
<p>一、对完成CCAR-61部所要求的相应训练并符合所申请执照要求的申请人颁发下列相应的执照：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 学生驾驶员执照； 2. 运动驾驶员执照； 3. 私用驾驶员执照； 4. 商用驾驶员执照； 5. 多人制机组驾驶员执照； 6. 航线运输驾驶员执照； 7. 地面教员执照。 <p>二、对完成CCAR-61部所要求的相应训练并符合所申请等级要求的申请人，在其私用驾驶员执照、商用驾驶员执照和航线运输驾驶员执照上签注下列相应的等级：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 航空器类别等级： <ol style="list-style-type: none"> (1) 飞机； (2) 直升机； (3) 飞艇； (4) 倾转旋翼机。 2. 航空器级别等级： <ol style="list-style-type: none"> (1) 飞机级别等级： (2) 单发陆地； (3) 多发陆地； (4) 单发水上； (5) 多发水上。 3. 航空器型别等级： <ol style="list-style-type: none"> (1) 审定为最大起飞全重在 5,700千克以上的飞机； (2) 审定为最大起飞全重在 3,180千克以上的直升机和倾转旋翼机； (3) 涡轮喷气动力的飞机； (4) 局方通过型号合格审定程序确定需要型别等级的其他航空器。 4. 仪表等级（仅用于私用和商用驾驶员执照）： <ol style="list-style-type: none"> (1) 仪表—飞机； (2) 仪表—直升机； (3) 仪表—飞艇； (4) 仪表—倾转旋翼机。 	

样题：某直升机驾驶员驾驶的直升机最大起飞全重为5吨，执行海上石油平台的通勤飞行，则其应持有哪种执照，执照上必须有哪些签注？

1.5.4 临时执照

备注：CCAR-61部第61.19条

一、局方可以为下列申请人颁发有效期不超过120天的驾驶员临时执照，临时执照在有效期内具有和正式执照同等的权利和责任：

1. 已经审定合格的执照申请人，在等待颁发执照期间；
2. 在执照上更改姓名的申请人，在等待更改执照期间；
3. 因执照遗失或损坏而申请补发执照的申请人，在等待补发执照期间。

二、在出现下列情况之一时，按本条(一)颁发的临时执照失效：

1. 临时执照上签注的日期期满；
2. 收到所申请的执照；
3. 收到撤销临时执照的通知。

样题：被暂扣执照的飞行员能否申请临时执照？

1.5.5 执照的有效期、更新和重新办理	备注：CCAR-61部第61.21条，第61.23条
<p>执照持有人在执照有效期满后不得继续行使该执照所赋予的权利。</p> <p>学生驾驶员执照在颁发月份之后第24个日历月结束时有效期满。</p> <p>除学生驾驶员执照外，按CCAR-61部颁发的其他驾驶员执照有效期限为六年，且仅当执照持有人满足CCAR-61部和有关中国民用航空运行规章的相应训练与检查要求、并符合飞行安全记录要求时，方可行使其执照所赋予的相应权利。依据外国驾驶员执照颁发的认可证书的持有人，仅当该认可证书所依据的外国驾驶员执照和体检合格证有效时，方可行使该认可证书所赋予的权利。</p> <p>执照持有人应该在执照有效期满前三个月内向局方申请重新颁发执照。对于驾驶员执照持有人，应出示最近一次有效的熟练检查或定期检查记录。</p> <p>执照在有效期内因等级或备注发生变化重新颁发时，其有效期自重新颁发之日起计算。</p> <p>执照过期的申请人须重新通过相应的理论及实践考试，方可申请重新颁发。</p>	

样题：按CCAR-61部颁发的航线运输驾驶员执照有效期限多少年？

1.5.6 体检合格证的要求和有效期

1.5.6.1 商用驾驶员执照的体检合格证的要求和有效期

备注： CCAR-61部第61.25条；

驾驶员应当满足下列关于持有体检合格证的要求：

1. 行使航线运输驾驶员执照和多人制机组驾驶员执照所赋予的权利时，驾驶员应当持有局方颁发的I级体检合格证；
2. 行使飞机或旋翼机商用驾驶员执照所赋予的权利时，驾驶员必须持有局方颁发的I级体检合格证；
3. 行使下列权利时，驾驶员必须持有局方颁发的Ⅱ级或者I级体检合格证：
 - (1) 私用驾驶员执照所赋予的权利；
 - (2) 学生驾驶员执照所赋予的权利；
 - (3) 飞艇驾驶员执照所赋予的权利。
4. 行使运动驾驶员执照所赋予的权利时，驾驶员应当持有局方颁发的体检合格证；对于在境外行使自由气球或滑翔机类别等级的运动驾驶员执照所赋予的权利时，驾驶员应当持有局方颁发的Ⅱ级或者I级体检合格证。

体检合格证类型	适用人员	有效期
I级体检合格证	航线运输驾驶员执照和多人制机组驾驶员；飞机、直升机或倾转旋翼机商用驾驶员	有效期为 12 个月，60 周岁以上为 6 个月；CCAR121 部的驾驶员满 40 周岁以上者为 6 个月
Ⅱ级体检合格证	其他航空器驾驶员、领航员、飞行机械员、飞行通信员执照申请持有人	有效期为 36 个月，40 周岁以上为 24 个月；50 周岁以上为 12 个月

样题：持有商照和Ⅱ级体检合格证的飞行员可以行使哪种执照的权利？

<p>1.5.6 体检合格证的要求和有效期</p> <p>1.5.6.2 可以不持有体检合格证的情形</p>	备注：CCAR-61部第61.53条；
<p>下列情形下，驾驶员可以不持有体检合格证：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 作为飞行教员、考试员或者检查员在飞行模拟机或者飞行训练器上进行的为取得执照、等级或许可的训练、考试或者检查；2. 在飞行模拟机或者飞行训练器上接受为取得执照、等级或者许可的训练、考试或检查。 <p>样题：在模拟机上接受熟练检查时，飞行员是否需要持有体检合格证？</p>	

1.5.6 体检合格证的要求和有效期 1.5.6.3 身体缺陷期间的限制	备注: CCAR-67第67.25条
体检合格证持有人的身体状况发生变化不符合所持体检合格证的相应医学标准时，不得在需要相应体检合格证的运行中行使执照所赋予的权利。	
样题：持有I级体检合格证的商照飞行员，在患重感冒期间能否履行执照对应的权利？	

<p>1.5.7 航空器等级限制和附加训练要求</p> <p>1.5.7.1 需要型别等级的航空器</p>	备注：CCAR-61部第61.27条
<p>一、担任下列航空器的机长应当持有适合该航空器的型别等级：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 审定为最大起飞全重在5,700千克以上的飞机； 2. 审定为最大起飞全重在3,180千克以上的直升机和倾转旋翼机； 3. 涡轮喷气动力的飞机； 4. 局方通过型号合格审定程序确定需要型别等级的其他航空器。 <p>二、批准信代替型别等级</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在下列条件下，局方可以使用批准信允许没有相应型别等级的人员操作“一”要求型别等级的航空器进行一次飞行或者一组飞行： <ol style="list-style-type: none"> (1) 该批准信仅限于在调机飞行、训练飞行、驾驶员执照或者等级的实践考试中使用，批准的有效期限不超过60天。经申请人证明，在其批准期满之前，未达到完成该次或该组飞行目的的，局方可以批准增加不多于60天的期限。 (2) 经申请人证明，该次飞行或者该组飞行遵守“一”的规定是不可行的； (3) 局方认为通过批准信上所作的运行限制可以达到同等的安全水平。 2. 按照“二”(1)批准的运行应当遵守下列限制： <ol style="list-style-type: none"> (1) 该次飞行或该组飞行不得以取酬为目的，但在训练或实践考试中所收取的航空器使用费用除外； (2) 只能载运本次飞行必需的飞行机组成员。 <p>样题：在执照上还未取得对应型别等级签注的驾驶员能否驾驶该型别的航空器？</p>	

1.5.7 航空器等级限制和附加训练要求 1.5.7.2 类别、级别和型别等级的要求	备注：CCAR-61部第61.27条
<p>在载运人员或实施取酬运行的航空器上担任机长或为取酬而担任航空器机长的驾驶员，应当持有适合该航空器的类别、级别和型别等级（如果该航空器要求级别或者型别等级）。</p> <p>在以上规定运行范围以外担任航空器机长的，应当符合下列条件之一：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 持有适合该航空器的类别、级别和型别等级（如果该航空器要求级别或者型别等级）；2. 在授权教员的监视下，接受适用于该航空器的以取得驾驶员执照或者等级为目的的训练；3. 已经接受了本规则要求的适用于该航空器的类别、级别和型别等级（如果该航空器要求级别或型别等级）的训练，并且授权教员已在该驾驶员飞行经历记录本上签字，批准其单飞。	

样题：非取酬的驾驶员是否需要完全具备对应的类别、级别和型别等级？

1.5.8 无线电通信资格	备注：CCAR-61部第61.29条
<p>按照CCAR-61部取得驾驶员执照的人员通过了局方组织的或认可的汉语语言能力4级或4级以上测试的，在执照上签注相应的等级，方可使用汉语进行通信的飞行中进行无线电陆空通信。2015年12月31之日前已获得执照的中国籍驾驶员，等同于获得汉语语言能力6级。</p> <p>按照CCAR-61部取得驾驶员执照的人员通过了局方组织或认可的英语语言能力3级或3级以上测试的，在执照上签注相应的等级。</p> <ol style="list-style-type: none">在2008年3月4日以前颁发的执照上已取得无线电陆空通信签注的，等同于英语语言能力3级。除经局方批准外，按照CCAR-61部取得的飞机、直升机、飞艇和倾转旋翼机驾驶员执照持有人在使用英语通信前，其执照上应具有英语语言能力4级或4级以上的等级签注。对于执照上签注的英语语言能力低于6级，还应当定期通过英语语言能力等级测试。 <p>执照上签注了语言能力4级的人员，具有相应语言的无线电通信资格。</p>	
样题：未取得符合CCAR-61部英语语言能力4级签注的驾驶员能否在国内管制空域使用英语进行无线电通信？	

1.5.9 一般规定 1.5.9.1 飞行经历记录本	备注：CCAR-61部第61.51条
<p>一、驾驶员应当以局方可接受的方式将下列训练时间和航空经历如实地记录在飞行经历记录本中：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 用于满足本规则中执照、等级或定期检查要求的训练时间和航空经历；2. 满足本规则近期飞行经历要求的航空经历。 <p>二、在驾驶员飞行经历记录本上记录的下列飞行经历时间可用于申请按本规则颁发的执照或等级，或者用于满足本规则的近期飞行经历要求：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 单飞时间；2. 机长飞行经历时间；3. 副驾驶飞行经历时间；4. 仪表飞行经历时间；5. 飞行训练时间。 <p>三、出示飞行经历记录本：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 在局方授权的检查人员要求检验时，驾驶员应当出示其飞行经历记录本。2. 学生驾驶员在所有转场单飞中应当携带学生驾驶员执照（如适用）和飞行经历记录本。3. 除了机长以外其他所有类别的驾驶员的飞行经历时间需要签字证明。4. 非飞行经历时间不得填入飞行经历记录本。	

样题：作为学生驾驶员的单飞时间能否作为机长经历时间？

<p>1.5.9 一般规定</p> <p>1.5.9.2 副驾驶资格要求</p>	<p>备注：CCAR-61部第61.55条</p>
<p>一、在要求型别等级的航空器上担任副驾驶的驾驶员，应当符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 至少持有商用驾驶员执照或多人制机组驾驶员执照（对于私用飞行，可以仅持有私用驾驶员执照），并具有相应的航空器类别、级别等级和相应型别等级（仅限副驾驶）； 2. 对于在仪表飞行规则（IFR）条件下实施的飞行，应当具有适用于所飞航空器的仪表等级； 3. 在所机型别航空器或者相应的飞行模拟机或飞行训练器上完成了地面和飞行训练，并符合下列规定： <ol style="list-style-type: none"> (1) 熟悉该型别航空器的发动机、设备和系统操作程序，性能和限制，正常、非正常和应急操作程序，经批准的飞行手册，以及标牌与标志； (2) 能独立操纵航空器完成起飞、着陆，在航空器上作为飞行操纵装置的唯一操纵者至少完成3次起飞和3次全停着陆； (3) 在一台发动机停车的情况下履行机长职责并完成发动机停车后的处置程序和机动动作； (4) 完成机组资源管理训练； (5) 经考试员检查合格。 <p>二、在不要求型别等级的航空器上担任副驾驶的驾驶员，应持有相应的航空器类别、级别等级和仪表等级（如适用）的驾驶员执照。</p> <p>样题：在要求型别等级的航空器上担任副驾驶与担任机长的资格要求上有何区别？</p>	

<p>1.5.9 一般规定</p> <p>1.5.9.3 定期检查与熟练检查</p>	<p>备注：CCAR-61部第61.57条、第61.59条</p>
<p>一、定期检查</p> <p>1. 除学生驾驶员执照外，按CCAR-61颁发的驾驶员执照的持有人，应当在行使权利前24个日历月内针对其取得的每个航空器类别、级别和型别等级（如适用）通过由考试员实施的定期检查，并在其执照记录栏中签注，否则不得行使执照上相应等级的权利。</p> <p>2. 定期检查应当包括至少1小时的理论检查和至少1小时的飞行检查，理论检查可以采用笔试或者口试的方式；飞行检查由考试员在航空器或者相应的飞行模拟机上实施。定期检查应当包括以下内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 一般运行和飞行规则，以及该驾驶员安全行使其执照所赋予的权利所应掌握的航空理论知识； (2) 能够证明该驾驶员有能力安全行使其执照权利所必需的动作和程序。 <p>3. 下列检查或者考试可以代替本条要求的定期检查：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 按照CCAR-61实施的执照和等级实践考试； (2) 按照CCAR-61第61.59 条或CCAR-121部规定完成的熟练检查； (3) 滑翔机类别运动驾驶员执照持有人可以用至少三次教学飞行代替定期检查中要求的1 小时飞行检查，且每次飞行应达到起落航线的高度。 <p>二、熟练检查</p> <p>1. 对于商业运行，担任机长或者在型号合格审定要求配备一名以上驾驶员的航空器上担任副驾驶的驾驶员，应当针对所飞航空器的类别、级别和型别等级（如适用），在前12个日历月内完成熟练检查。</p> <p>2. 熟练检查由考试员在航空器或相应的飞行模拟机上实施。对于通过熟练检查的驾驶员，由考试员在其执照记录栏中签注。检查内容应符合下列要求：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 对于机长，相应航空器类别、级别和型别等级（如适用）实践考试所要求的动作和程序； (2) 对于副驾驶，CCAR-61的61.55(a)(3)要求的内容。 <p>2. 下列检查或者考试可以代替本条要求的熟练检查：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 按照CCAR-61实施的执照和等级实践考试； (2) 按照 CCAR-121 部规定完成的熟练检查。 <p>3. 对于商业运行，在本条1规定的期限内未进行熟练检查或检查不合格的驾驶员，只有重新通过相应航空器等级的实践考试，方可担任机长或在型号合格审定要求配备一名以上驾驶员的航空器上担任副驾驶。</p> <p>4. 驾驶员执照持有人在按本条1规定到期的那个月之前或之后一个日历月内完成了熟练检查，都认为是在到期的那个月完成的。</p>	

样题：商用驾驶员执照的持有人在取得执照后的第6年至少接受过几次局方检查？

<p>1.5.9 一般规定</p> <p>1.5.9.4 机长近期飞行经历要求</p>	<p>备注：CCAR-61部第61.61条</p>
<p>一、一般经历要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在载运旅客的航空器或型号合格审定要求配备一名以上飞行机组成员的航空器上担任机长的驾驶员，在该次飞行前90天内，在同一类别、级别和型别（如适用）的航空器上，作为飞行操纵装置的唯一操纵者，应当至少完成3次起飞和3次全停着陆。 2. 为了满足本条1的要求，驾驶员可以在没有载运旅客的航空器上，在昼间目视飞行规则或昼间仪表飞行规则条件下担任机长完成飞行。 3. 本条1要求的起飞和着陆可以在经局方批准的飞行模拟机上完成。 <p>二、夜间起飞和着陆经历要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在夜间（日落后1小时至日出前1小时）担任载运旅客的航空器机长的驾驶员，在该次飞行前90天内，在同一类别、级别、型别（如适用）的航空器上，作为飞行操纵装置的唯一操纵者，应当至少在夜间完成3次起飞和3次全停着陆。 2. 本条1要求的起飞和着陆可以在经局方批准的飞行模拟机上完成。 <p>三、仪表经历要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在仪表飞行规则或在低于目视飞行规则规定的最低标准气象条件下担任机长的驾驶员，在该次飞行前6个日历月内，在相应类别航空器或相应的飞行模拟机或飞行训练器上，应当在实际或模拟仪表条件下完成至少6次仪表进近，并完成等待程序和使用导航系统截获并跟踪航道的飞行。担任滑翔机机长的，应当至少记录有3小时仪表飞行时间。 2. 不符合本条1近期仪表经历要求的驾驶员，不得在仪表飞行规则或低于目视飞行规则规定的最低标准气象条件下担任机长，只有在相应的航空器上通过由考试员实施的仪表熟练检查后，方可担任机长。仪表熟练检查的内容由考试员从仪表等级实践考试的内容中选取。仪表熟练检查的部分或全部内容可在相应的飞行模拟机或飞行训练器上实施。 <p>四、对于满足CCAR-121中第121.461和121.465条或者CCAR-135中第135.249条规定的驾驶员，视为满足本条近期飞行经历要求。</p> <p>样题：机长的近期飞行经历是否都可以在模拟机上获得？</p>	

1.5.10 增加等级和特殊规定	备注：CCAR-61部第61.81条
<p>一、在驾驶员执照上增加类别等级，申请人应当符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成了相应执照类别和级别等级（如适用）要求的训练，符合本规则规定的相应执照类别和级别等级（如适用）的航空经历要求； 2. 由授权教员在申请人的飞行经历记录本或者训练记录上签字，证明其在相应执照类别和级别等级（如适用）的航空知识方面是合格的； 3. 由授权教员在申请人的飞行经历记录本或者训练记录上签字，证明其在相应执照类别和级别等级（如适用）的飞行技能方面是合格的； 4. 通过了相应执照类别等级和执照种类要求的理论考试； 5. 通过了相应执照类别和级别等级（如适用）要求的实践考试。 <p>二、在驾驶员执照上增加级别等级，申请人应当满足下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成了相应执照级别要求的训练，满足本规则相应执照级别等级的航空经历要求； 2. 由授权教员在申请人的飞行经历记录本或者训练记录上签字，证明其在相应执照级别等级的航空知识方面是合格的； 3. 由授权教员在申请人的飞行经历记录本或者训练记录上签字，证明其在相应执照级别等级的飞行技能方面是合格的； 4. 通过了相应执照级别等级要求的理论考试，但是持有飞机或初级飞机类别的申请人同种执照的同类别等级中增加级别等级，不需要参加理论考试； 5. 通过了相应执照级别等级要求的实践考试。 <p>三、在驾驶员执照上增加型别等级或者在增加航空器类别等级或级别等级的同时增加型别等级的申请人应当满足下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持有或者同时取得适合于所申请类别、级别或型别等级的仪表等级； 2. 由授权教员在申请人飞行经历记录本或者训练记录上签字，证明其在相应执照的类别、级别和型别等级的航空知识方面是合格的； 3. 由授权教员在申请人飞行经历记录本或者训练记录上签字，证明其在航线运输驾驶员执照对相应航空器类别、级别和型别等级要求的飞行技能方面是合格的； 4. 通过了航线运输驾驶员执照对相应航空器类别、级别和型别等级要求的实践考试； 5. 实践考试应当在实际或者模拟仪表条件下执行，但是如果该航空器型号审定为不能在仪表飞行规则下运行，或者申请人没有完成仪表等级训练，因而实践考试没有在仪表条件下进行，则该申请人只能获得带有“仅限于VFR”限制的型别等级。“仅限于VFR”限制可以在通过实际或者模拟仪表条件下的实践考试后撤销。当颁发仪表等级给持有一个或者多个型别等级的人员时，在此人没有演示其仪表能力的每一个航空器型别等级上都应注明“仅限于VFR”限制； 6. 如果申请人在增加航空器类别等级或者级别等级的同时增加型别等级，则应当按照本条一或二要求通过相应的理论考试。 	
样题：持有直升机类别的商用驾驶员执照申请人，增加另一型别等级，是否需要再次参加理论考试？	

<p>1.5.11 商用驾驶员执照</p> <p>1.5.11.1 申请商用驾驶员执照的资格要求</p>	备注：CCAR-61部第61.153条
<p>符合下列条件的申请人，局方可以为其颁发商用驾驶员执照：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 年满18周岁； 2. 无犯罪记录； 3. 能正确读、听、说、写汉语，无影响双向无线电通话的口音和口吃。申请人因某种原因不能满足部分要求的，局方应当在其执照上签注必要的运行限制； 4. 具有高中或者高中以上文化程度； 5. 持有局方颁发的有效I级体检合格证； 6. 完成了CCAR-61部第61.155条要求的相应航空器等级的航空知识训练，并由提供训练或评审其自学情况的授权教员在其飞行经历记录本上签字，证明该申请人可以参加规定的理论考试； 7. 通过了CCAR-61部第61.155条所要求航空知识的理论考试； 8. 完成了CCAR-61部第61.157条要求的相应航空器等级的飞行技能训练，并由提供训练的授权教员在其飞行经历记录本上签字，证明该申请人可以参加规定的实践考试； 9. 在申请实践考试之前，满足本章中适用于所申请航空器等级的飞行经历要求； 10. 通过了CCAR-61部第61.157条所要求飞行技能的实践考试； 11. 至少持有按CCAR-61部颁发的私用驾驶员执照，或满足本规则第61.91条或61.93条要求； 12. 出现CCAR-61部第61.173条(c)款(1)(2)情形的，安全飞行已满三年； 13. 符合CCAR-61部对所申请航空器类别和级别等级的相应条款要求。 	

样题：申请商用驾驶员执照是否必须先取得按CCAR-61部颁发的私照？

<p>1.5.11 商用驾驶员执照</p> <p>1.5.11.2 申请商用驾驶员执照的航空知识要求</p>	<p>备注：CCAR-61部第61.155条</p>
<p>申请人应当接受并记录授权教员提供的地面训练，完成下列与所申请航空器等级相应的地面训练科目或自学课程：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 航空法：与商用驾驶员执照持有人有关的规章条例；飞行规则；相应的空中交通服务措施和程序。 2. 飞机、飞艇、直升机和倾转旋翼机类航空器的一般知识： <ol style="list-style-type: none"> (1) 动力装置、系统和仪表的工作原理及其功能； (2) 有关类别航空器和动力装置的使用限制；飞行手册或其他相应文件中的有关操作资料； (3) 相应的航空器设备和系统的使用及可用性检查； (4) 适合于航空器机体、系统和动力装置的维修程序； (5) 对于直升机和倾转旋翼机，传动装置(传动齿轮系)(如适用)。 3. 飞行性能、计划和装载： <ol style="list-style-type: none"> (1) 装载及重量分布对航空器操纵、飞行特性和性能的影响；重量和平衡计算； (2) 起飞、着陆和其他性能数据的使用与实际运用； (3) 适合于按照目视飞行规则商用运行的飞行前准备和航路飞行计划；空中交通服务飞行计划的准备和申报；相应的空中交通服务程序；高度表拨正程序； (4) 对于飞艇、直升机和倾转旋翼机，外挂载荷对操纵的影响。 4. 人的行为能力：人的行为能力，包括威胁和差错管理的原则； 5. 气象学： <ol style="list-style-type: none"> (1) 航空气象报告、图表和预报的判读与使用；飞行前和飞行中气象资料的使用和获得气象资料的程序；测高法； (2) 航空气象学；有关地区影响航空的气象要素的气候学；气压系统的移动、锋面结构和影响起飞、航路和着陆条件的重要天气现象的起源与特征； (3) 积冰的原因、识别和影响；通过锋区的程序；绕过危险天气。 6. 领航：空中领航，包括航图、仪表和导航设备的使用；对相应导航系统的原理和特性的理解；机载设备的操作。 7. 操作程序： <ol style="list-style-type: none"> (1) 在操作表现方面运用威胁和差错管理； (2) 航空文件，如《航行资料汇编》、《航行通告》、《航空代码及缩略语》的使用； (3) 高度表拨正程序； (4) 相关的预防和应急程序； (5) 载运货物时的操作程序；与危险物品有关的潜在危险； (6) 旅客安全简介的要求和做法，包括上、下航空器时应遵守的预防措施； (7) 对于直升机和倾转旋翼机(如适用)，带油门的缓慢垂直下降；地面共振；后行桨叶失速；动力侧滚翻转和其他操作危险；与目视气象条件飞行相关的安全程序。 8. 飞行原理； 9. 无线电通话：适用于目视飞行规则运行的通信程序和用语；如遇通信故障应采取的措施。 	
<p>样题：适用于直升机的理论知识有哪些？</p>	

<p>1.5.11 商用驾驶员执照</p> <p>1.5.11.3 申请商用驾驶员执照的飞行技能要求</p>	<p>备注：CCAR-61部第61.157条</p>
<p>申请人应当至少在下列操作上接受并记录了授权教员提供的针对所申请航空器等级的地面上和飞行训练。</p> <p>对于直升机类别等级：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 识别并且管理威胁和差错； 2. 飞行前操作，包括重量和平衡计算、起飞前检查和直升机勤务工作； 3. 机场和起落航线的运行，防撞措施和程序； 4. 参照外部目视参考操纵直升机； 5. 在涡环的初始阶段改出，在发动机转速正常范围内从低旋翼转速改出的技术； 6. 地面机动，空中飞移，悬停，正常、有风及倾斜地面的起飞和着陆，大下滑角进近； 7. 以所需最小动力起飞和着陆，最大性能起飞和着陆，受限制区域内的运行，快速减速； 8. 无地面效应的悬停，外挂载荷运行(如适用)，高高度飞行； 9. 仅参考仪表作机动飞行并从不正常状态中改出； 10. 使用地标领航、推测领航和无线电导航设备作转场飞行，改航备降程序； 11. 模拟的应急程序，包括发动机、部件或系统故障，在多发直升机上以一台发动机失去功率进近到悬停或着陆，或在单发直升机上自转下降到着陆； 12. 多发直升机的操作(如适用)； 13. 按照空中交通管制程序、无线电通信程序和用语飞往管制机场着陆、飞越管制机场和从管制机场起飞。 <p>样题：申请直升机商用驾驶员执照是否必须掌握只参考仪表的飞行技能？</p>	

1.5.11 商用驾驶员执照 1.5.11.4 直升机类别驾驶员的飞行经历要求	备注：CCAR-61部第61.161条
<p>一、直升机类别等级的商用驾驶员执照申请人应当在直升机上有至少150小时作为驾驶员的飞行经历时间，其中至少包括：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 35小时在直升机上的机长时间，其中包括至少10小时的转场飞行。2. 20小时本规则 61.157(b)所要求飞行技能的训练，至少包括：<ol style="list-style-type: none">(1) 10小时在直升机上的仪表训练，其中在模拟机或训练器上的时间不得超过5小时；(2) 1次在直升机上至少2小时的昼间转场飞行，距初始起飞点直线距离至少90千米；(3) 1次在直升机上至少2小时的夜间转场飞行，距初始起飞点直线距离至少90千米；(4) 3小时为直升机实践考试做准备的飞行训练，该训练应当在考试日期前60天内完成。2. 10小时在直升机上按本规则 61.157(b)飞行技能要求实施的单飞，至少包括：<ol style="list-style-type: none">(1) 1次有两个不同着陆点的转场飞行，其中一个航段的直线距离至少为 90千米；(2) 5小时在有飞行管制塔台的机场实施的夜间目视飞行规则飞行，包括10次起飞和10次着陆，每次着陆应当包含一次起落航线飞行。 <p>二、持有倾转旋翼机等级的执照申请人，可以将其在倾转旋翼机上的飞行经历计入本条一款要求的飞行经历时间，但最多不超过30小时。</p> <p>样题：直升机类别等级的商用驾驶员执照申请人必须在航空器上有至少多少小时的驾驶员飞行经历时间？</p>	

1.5.11 商用驾驶员执照 1.5.11.5 商用驾驶员执照持有人的权利和限制	备注：CCAR-61部第61.173条
<p>一、商用驾驶员执照持有人具有下列权利：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 行使相应的私用驾驶员执照持有人的所有权利；2. 在以取酬为目的经营性运行的航空器上担任机长或副驾驶，但不得在相应运行规章要求机长应当具有航线运输驾驶员执照的运行中担任机长；3. 为获取酬金而担任机长或副驾驶。 <p>二、在下列情形下，执照持有人不再具有按照本规则颁发的商用驾驶员执照权利：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 执照持有人由于故意行为，致使公共财产、国家和人民利益遭受重大损失的：<ol style="list-style-type: none">(1) 造成死亡1人以上，或者重伤3人以上的；(2) 造成公共财产直接经济损失30万元以上，或者直接经济损失不满30万元，但间接经济损失150万元以上的；(3) 严重损害国家声誉，或者造成恶劣社会影响的；(4) 其他致使公共财产、国家和人民利益遭受重大损失的情形。2. 执照持有人在事故和事故征候调查期间，故意隐瞒事实、伪造证据或销毁证据的；3. 被追究刑事责任的。	

样题：商照持有人在事故和事故征候调查期间能否担任副驾驶？

<h3>1.5.12 罚则</h3>	备注： CCAR-61 部 第 61.241 、 61.243、61.245、 61.247、 61.249、 61.251条
<p>一、涉及酒精或药物的违禁行为的处罚</p> <p>对于涉及酒精或药物的违禁行为的执照持有人，应当责令当事人立即停止担任飞行机组成员，并给予警告，或暂扣执照一至六个月的处罚；情节严重的，应当给予吊销执照的处罚；构成犯罪的，依法追究刑事责任。</p> <p>二、拒绝接受酒精、药物检验或提供检验结果的处罚</p> <p>对于拒绝、阻碍接受酒精、药物检验或提供检验结果的本规则执照持有人，责令该员立体停止当日飞行运行活动，并移送公安机关进行处理。</p> <p>三、理论考试中的作弊或其他禁止的行为的处罚</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对于理论考试中的作弊或其他禁止的行为的执照或等级申请人，局方对申请人予以警告，申请人自该行为被发现之日起一年内不得申请按照本规则颁发的执照或等级以及考试。 2. 对于理论考试中的作弊或其他禁止的行为的执照或等级持有人，局方对当事人予以警告，同时撤销相应的执照等级，责令当事人立即停止飞行运行并交回其已取得的相应执照。驾驶员执照等级被撤销之日起三年内，当事人不得申请按照本规则颁发的执照或等级以及考试。 <p>四、提供虚假材料的处罚</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对于提供虚假材料的执照或等级申请人，由民航地区管理局给予警告的处罚，申请人一年内不得再次申请该执照或等级；对于执照或等级持有人，由民航地区管理局给予警告的处罚，撤销其相应执照或等级，当事人三年内不得再次申请执照或等级。 2. 对于以任何形式伪造或篡改按本规则颁发的执照或者等级证件的执照持有人，由民航地区管理局处以警告或者500元以上1000元以下罚款。 <p>五、对其他违章行为的处罚</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CCAR-61部执照持有人在行使相应权利时未随身携带执照的，根据《中华人民共和国民用航空法》第二百零八条的规定，局方给予警告。 2. CCAR-61部执照申请人或持有人，无必需的执照或等级进行飞行，或从事所持执照或等级权限以外的飞行，或在身体缺陷不符合体检要求而进行飞行，或所需的定期、熟练检查超过有效期进行飞行，局方责令其立即停止民用航空活动，处以500元以下罚款，情节严重的，处以1000元以下罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。 3. CCAR-61部执照持有人违反本规则第61.107条、 61.120条、 61.137条、 61.171 条、 61.173 条、 61.179条或 61.197条的规定，违规从事私用飞行活动的，局方责令其立即停止民用航空活动，处以警告或1000元以下罚款；违规从事私用载人飞行的，局方责令其立即停止民用航空活动， 处以1000元以下罚款；违规从事商业飞行活动的，局方责令其立即停止民用航空活动， 处以1000元以下罚款；违规从事商业载客飞行活动的，局方责令其立即停止民用航空活动， 处以1000元罚款。CCAR-61部执照持有人违反上述规则情节严重的，根据《中华人民共和国民用航空法》第四十二条和第二百零五条的规定，对其单位处以二十万元以下罚款。 <p>六、受到刑事处罚后执照的处理</p> <p>CCAR-61部执照持有人受到刑事处罚期间，不得行使所持执照赋予的权利。</p> <p>样题：在理论考试中作弊可能面临哪些处罚？</p>	

1.6.1 体检合格证的要求	备注：CCAR-67部第67.7条
<p>申请人通过体检鉴定证明其符合CCAR-67中附件《空勤人员和空中交通管制员体检合格证医学标准》规定的相应医学标准，方可申请办理《民用航空人员体检合格证》（以下简称体检合格证）。</p> <p>空勤人员、空中交通管制员履行职责时，应当持有依照CCAR-67部取得的有效体检合格证，或者体检合格证认可证书，满足体检合格证或认可证书上载明的限制要求。</p> <p>任何人不得擅自涂改、伪造体检合格证或者认可证书。</p>	
样题：在体检合格证有效期内是否可以履行执照规定的所有权利？	

1.6.2 体检合格证

1.6.2.1 体检合格证类别及适用人员

备注：CCAR-67部第67.19条和
第67.21条

体检合格证类别	体检合格证适用人员
I 级体检合格证	航线运输驾驶员执照、飞机和直升机商用 驾驶员执照申请人或者持有人
II 级体检合格证	其他航空器驾驶员、领航员、飞行机械员、 飞行通信员执照申请或者持有人

样题：商用驾驶员执照申请人或者持有人应当取得并持有哪一级体检合格证？

1.6.2 体检合格证	备注：CCAR-67部第67.33条和第67.35条
1.6.2.2 有效期及有效期的延长	
<p>1. 体检合格证自颁发之日起生效。年龄计算以申请人进行体检鉴定时的实际年龄为准。</p> <p>2. I 级体检合格证有效期为12个月，年龄满60周岁以上者为6个月。</p> <p>3. II 级体检合格证有效期为36个月。其中年龄满40周岁以上者为24个月，年龄满50周岁以上为12个月。</p> <p>4. 体检合格证持有人由于特殊原因不能在体检合格证有效期届满前进行体检鉴定、更新体检合格证，又必须履行职责时，应当在体检合格证有效期届满前向原颁证机关申请延长体检合格证的有效期。</p> <p>5. 颁证机关接到延长有效期申请后，可以要求体检合格证持有人提供航空医师或执业医师对申请人进行指定项目的检查，并根据情况决定是否推迟体检鉴定，延长体检合格证的有效期。有效期延长时间不得超过下述期限：</p> <p>(1) I 级体检合格证持有人不超过45日；</p> <p>(2) II 级体检合格证持有人不超过90日。</p> <p>6. 颁证机关应当在体检合格证有效期届满前做出决定，同意申请人体检合格证有效期延长的，应当以书面同意函通知申请人和所在单位。</p>	

样题：持有商用驾驶员执照的飞行员至少应多长时间参加一次CCAR67部规定的体检？

1.6.3 许可的撤销及体检合格证的注销备注：CCAR-67部第67.49条和
第67.51条

一、民航管理部门在检查中发现有下列情形之一的，颁证机关可以撤销已作出的颁发体检合格证或者认可证书的行政许可决定：

1. 工作人员滥用职权、玩忽职守颁发的体检合格证；
2. 超越法定职权颁发的体检合格证；
3. 违反法定程序颁发的体检合格证；
4. 为不具备申请资格或者不符合本规则相应医学标准的申请人颁发的体检合格证；
5. 体检合格证申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得的体检合格证或者认可证书；
6. 依法可以撤销的其他情形。

二、体检合格证申请人以欺骗、贿赂等不正当手段取得的体检合格证或者认可证书的，申请人在三年内不得再次提出申请。

三、有下列情形之一的，颁证机关应当收回体检合格证，办理注销手续，并以书面形式告知体检合格证持有人（已经死亡的除外）和所在单位注销理由及依据：

1. 体检合格证有效期届满为未延续的；
2. 体检合格证持有人死亡或者丧失行为能力的；
3. 体检合格证被依法撤销的；
4. 法律、法规规定的应当注销行政许可的其他情形。

样题：在体检合格证有效期间，持有人突发重病，此时体检合格证如何处理？

1.6.4 违反CCAR-67部相应的处罚	备注：CCAR-67部第67.55条、 第67.57条和第67.59条
<p>一、体检合格证申请人违反CCAR-67部规定有下列行为之一的，民航局或地区管理局依据情节，对当事人处以警告、或者500元以上1000元以下罚款。涉嫌构成犯罪的，依法移送司法机关处理：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 隐瞒或者伪造病史、病情，或者冒名顶替，或者提供虚假申请材料的；2. 涂改或者伪造、变造、倒卖、出售体检文书及医学资料的。 <p>二、体检合格证持有人违反本规则规定有下列行为之一的，民航局或地区管理局应当责令当事人停止履行职责，并对其处以警告或者500元以上1000元以下罚款：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 从事相应民用航空活动时未携带体检合格证、或者使用的体检合格证等级与所履行职责不相符的；2. 发现身体状况发生变化，可能不符合所持体检合格证的相应医学标准时，不按照程序报告的；3. 履行职责时未遵守体检合格证上载明的限制条件的。 <p>三、任何机构使用未取得或者未持有有效体检合格证人员从事相应民用航空活动的，民航局或地区管理局应当责令其立即停止活动，并对其处以20万元以下的罚款；对直接责任人处以500元以上1000元以下的罚款；涉嫌构成犯罪的，依法移送司法机关处理。</p> <p>四、任何人员违反CCAR-67部规定有下列行为之一的，民航局或地区管理局可以对其处以警告或者500元以上1000元以下罚款；涉嫌构成犯罪的，依法移送司法机关处理：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 协助申请人隐瞒或者伪造病史、病情，或者提供虚假申请材料，或者提供非申请人本人生物标本，或者在体检鉴定时冒名顶替的；2. 涂改、伪造、变造或者倒卖、出售涂改、伪造、变造的体检合格证的；3. 未取得体检合格证从事民用航空活动的。 <p>样题：持有商用驾驶员执照的飞行员在体检中伪造病史将面临怎样的处罚？</p>	

1.7.1 总则 1.7.1.1 民用航空器机长的职责和权限	备注：CCAR-91部第91.5条
<p>一、民用航空器的机长对民用航空器的运行直接负责，并具有最终决定权。</p> <p>1. 飞机上的机长：机长在舱门关闭后必须对机上所有机组成员、旅客和货物的安全负责。机长还必须在从飞机为起飞目的准备移动时起到飞行结束最终停止移动和作为主要推进部件的发动机停车时止的时间内，对飞机的运行和安全负责，并具有最终决定权。</p> <p>2. 旋翼机上的机长：从发动机起动时起，直至旋翼机结束飞行最终停止移动并且发动机关闭，旋翼叶片停止转动时为止机长必须对旋翼机的运行和安全及机上所有机组成员、乘客和货物的安全负责。</p> <p>二、在飞行中遇有紧急情况时</p> <p>1. 机长必须保证在飞行中遇有紧急情况时，指示所有机上人员采取适合当时情况的应急措施。</p> <p>2. 在飞行中遇到需要立即处置的紧急情况时，机长可以在保证航空器和人员安全所需要的范围内偏离本规则的任何规定。</p> <p>依据本条二款做出偏离行为的机长，在局方要求时，应当向局方递交书面报告。</p> <p>三、如果在危及航空器或人员安全的紧急情况下必须采取违反当地规章或程序的措施，机长必须毫不迟疑地通知有关地方当局。如果事故征候发生地所在国提出要求，机长必须向该国有关当局提交关于违章情况的报告；同时，机长也必须向登记国提交这一报告的副本。此类报告必须尽早提交，通常应在十天以内。</p> <p>四、机长必须负责以可用的最迅速的方法将导致人员严重受伤或死亡、航空器或财产的重大损坏的任何航空器事故通知最近的有关当局。</p>	

样题：在开始飞行之前，机长应当熟悉本次飞行的哪些有关资料？

<p>1.7.1 总则</p> <p>1.7.1.2 飞行机组的一般规定</p>	<p>备注: CCAR-91部第91.7、91.8、91.19条</p>
<p>一、航空器的驾驶员应当根据其所驾驶的航空器等级、在航空器上担任的职位以及运行的性质和分类，符合CCAR-61部中规定的关于其执照和等级、训练、考试、检查、航空经历等方面的相应要求，并符合本规则和相应运行规章的要求。</p> <p>二、在以取酬或出租为目的的商业飞行中担任航空器驾驶员的人员，应当至少取得商用驾驶员执照和相应的航空器等级和运行许可。</p> <p>三、为他人提供民用航空器驾驶服务并以此种服务获取报酬的驾驶员，应当至少取得商用驾驶员执照和相应的航空器等级和运行许可。</p> <p>四、飞行机组的组成和人数不得少于飞行手册或其他与适航证有关的文件所规定的标准。</p> <p>五、机长必须保证每个飞行机组成员持有登记国颁发或认可的、具有适当等级并且现行有效的执照，并且机长必须对飞行机组成员保持其胜任能力表示满意。</p> <p>机长必须负责确保：</p> <ol style="list-style-type: none"> 如果飞行机组任何成员因受伤、患病、疲劳、酒精或药物的影响而无法履行其职责时，不得开始飞行； 当飞行机组成员由于疲劳、患病、缺氧等原因造成功能性损害导致执行任务的能力显著降低时，不得越过最近的合适机场继续飞行。 <p>六、处于下列身体状况的人员不得担任或试图担任民用航空器的机组成员：</p> <ol style="list-style-type: none"> 饮用含酒精饮料之后8小时以内； 处于酒精作用之下； 使用了影响人体官能的药品，可能对安全产生危害； 其血液中酒精含量，以重量为计量单位，达到或超过0.04%。 <p>七、除紧急情况外，民用航空器的驾驶员不得允许在航空器上载运呈现醉态或者由其举止或身体状态可判明处于药物控制之下的人员(受到看护的病人除外)。</p>	

样题：机长在对机组进行管理时具有哪些权利？

1.7.1 总则 1.7.1.3 民用航空器的适航性	备注：CCAR-91部第91.9、 91.11、91.23条
<p>一、任何人不得运行未处于适航状态的民用航空器。</p> <p>二、航空器的机长负责确认航空器是否处于可实施安全飞行的状态。当航空器的机械、电子或结构出现不适航状态时，机长应当中断该次飞行。</p> <p>三、除本条六款规定的情况外，运行民用航空器的人员不得违反经批准的飞机或旋翼机飞行手册、标记和标牌中规定的使用限制，或登记国审定当局规定的使用限制。</p> <p>四、在中华人民共和国国籍登记的飞机或旋翼机应当具有经局方批准的现行有效的飞机或旋翼机飞行手册，或CCAR-121部121.137(b)款中规定的手册。这些手册应当使用机组能够正确理解的语言文字。</p> <p>五、在中华人民共和国国籍登记的民用航空器应当满足CCAR-45部规定的国籍标志、登记标志和标识要求方可运行。</p> <p>六、按照CCAR-29部审定为运输类旋翼机的旋翼机，在建造于水面的旋翼机机场起降时，可以在短时间内超出飞行手册中为该旋翼机确定的高度-速度包线进行起降所必需的飞行，但是，该飞行应当在能够安全完成水上迫降的水面上空进行，并且该旋翼机满足下列要求之一：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 为水陆两栖型； 2. 装有浮筒； 3. 装有其他可以保证旋翼机在开阔水面上安全完成迫降的应急漂浮装置。 <p>七、除本条八款规定外，在中华人民共和国国籍登记的下列民用航空器上，所有乘员不得开启和使用，该航空器的运营人或机长也不得允许其开启和使用便携式电子设备：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 正在实施公共航空运输运行的航空器； 2. 正在按照仪表飞行规则运行的航空器。 <p>八、在民用航空器上可以使用下列便携式电子设备：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 便携式录音机； 2. 助听器； 3. 心脏起搏器； 4. 电动剃须刀； 5. 由该航空器的运营人确定，认为不会干扰航空器的航行或通信系统的其他便携式电子设备。 <p>九、按照公共航空运输运行规章实施运行的航空器应当满足相应的规定，本条八款5项所要求的决定必须由航空器的运营人作出；对于其他航空器，该决定也可以由航空器的机长作出。</p>	

样题：某直升机只有英文版的飞行手册，中国机长能否驾驶该直升机执行任务？

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.1 飞行前准备	备注：CCAR-91部第91.103条
<p>在开始飞行之前，机长应当熟悉本次飞行的所有有关资料。这些资料应当包括：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 对于仪表飞行规则飞行或机场区域以外的飞行，起飞机场和目的地机场天气报告和预报，燃油要求，不能按预订计划完成飞行时的可用备降机场，以及可用的航行通告资料和空中交通管制部门的有关空中交通延误的通知。2. 对于所有飞行，所用机场的跑道长度以及下列有关起飞与着陆距离的资料：<ol style="list-style-type: none">(1) 要求携带经批准的飞机或直升机飞行手册的航空器，飞行手册中包括的起飞和着陆距离资料；(2) 对于CCAR-91部第91.103条(b)(1)项规定以外的民用航空器，其他适用于该航空器的根据所用机场的标高、跑道坡度、航空器全重、风和温度条件可得出有关航空器性能的可靠资料。	
样题：执行喷洒农药的通航任务机长，飞行前应当了解哪些必要信息？	

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.104条

1.7.2.2 滑行的一般规定

航空器不得在机场的活动区滑行，除非操作人员：

1. 已由航空器所有人，或者如果航空器是租用的则由承租人或指定机构正式授权；
2. 对滑行航空器完全胜任；
3. 如需要无线电通信时，有资格使用无线电通话设备；
4. 曾接受过合格人员关于机场布局以及根据适当情况，有关路线、符号、标志、灯光、ATC（空中交通管制）信号与指令、术语及程序等情况的培训，并能够遵守机场航空器安全活动所需的运行标准。

样题：直升机使用低高度飞行代替滑行时，需要熟悉机场哪些标记及标志？

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.105条

1.7.2.3 在值勤岗位上的飞行机组成员

一、从起飞至着陆的整个飞行过程中，每个飞行机组成员应当遵守下列要求：

1. 坚守各自飞行岗位，除非为了履行与该航空器运行有关的职责或出于生理需要必须离开岗位；

2. 在岗位上时应当系紧安全带。

二、对于在中华人民共和国国籍登记的民用航空器，在起飞着陆期间，每个飞行机组成员在其岗位上必须系紧肩带。本款不适用于下列情况：

1. 机组成员座椅没有安装肩带；

2. 该机组成员在系紧肩带时无法完成其职责。

样题：在飞行的关键阶段，双人制机组中的一人能否由于生理原因离开座位？

1.7.2 飞行规则 1.7.2.4 安全带、肩带和儿童限制装置的使用	备注：CCAR-91部第91.107条
<p>一、除经局方另有批准外，在飞行过程中应当遵守下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在机长确认航空器上的每位乘员得到如何系紧、松开其安全带和肩带(如安装)的简介之前，任何在中华人民共和国国籍登记的民用航空器(带吊篮或吊舱的自由气球除外)不得起飞。 2. 在机长确认航空器上的每位乘员已经得到系紧其安全带和肩带（如安装）的通知之前，任何在中华人民共和国国籍登记的民用航空器(带吊篮或吊舱的自由气球除外)不得在地面或水面移动、起飞或着陆。 3. 在中华人民共和国国籍登记的民用航空器（带吊篮或吊舱的的自由气球除外）在滑行、起飞和着陆期间，航空器上的每位乘员必须占有一个经批准的带有安全带和肩带(如安装)的座位或铺位。水上飞机和有漂浮装置的旋翼机在水面移动期间，推动其离开或驶入停泊处系留的人可以不受以上的座位和安全带要求的限制。但是，下列人员不受本条要求的限制： <ul style="list-style-type: none"> (1) 由占有座位或铺位的成年人怀抱的不满二周岁的儿童； (2) 将航空器的地板作为座位的参加跳伞运动的人员； (3) 使用经批准的儿童限制装置的儿童，该儿童由父母、监护人或被指定的乘务员在整个飞行过程中照顾其安全。经批准的儿童限制装置应当带有适当的标志，表明可以在航空器上使用。儿童限制装置应当可靠地固定在面朝前的座位或铺位上，使用该装置的儿童应当安全地束缚在该装置中，其重量不得超过该装置的限制。 <p>二、本条不适用于按 CCAR-121 部和其他公共运输运行规章实施运行的运营人。本条一款3项不适用于在工作岗位上值勤的飞行机组成员。</p>	

样题：直升机机长在飞行中发现有乘客未系安全带该如何处置？

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.111条

1.7.2.5 在其他航空器附近的运行

- 一、任何人不得驾驶航空器靠近另一架航空器达到产生碰撞危险的程度。
- 二、未经批准，任何人不得驾驶航空器进行编队飞行。
- 三、任何人不得驾驶载客的航空器进行编队飞行。

样题：在航展上的编队飞行表演是否违反了CCAR-91部的规定？

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.113条

1.7.2.6 除水面运行外的航行优先权规则

- 一、本条规定不适用于航空器在水面上的运行。
- 二、当气象条件许可时，无论是按仪表飞行规则还是按目视飞行规则飞行，航空器驾驶员必须注意观察，以便发现并避开其他航空器。在本条的规则赋予另一架航空器航行优先权时，驾驶员必须为该航空器让出航路，并不得以危及安全的间隔在其上方、下方或前方通过。
- 三、遇险的航空器享有优先于所有其他航空器的航行优先权。
- 四、在同一高度上对头相遇，应当各自向右避让，并保持500米以上的间隔。
- 五、在同一高度上交叉相遇，驾驶员从座舱左侧看到另一架航空器时，应当下降高度；从座舱右侧看到另一架航空器时，应当上升高度；但下列情况除外：
 1. 有动力装置重于空气的航空器必须给飞艇、滑翔机和气球让出航路；
 2. 飞艇应当给滑翔机及气球让出航路；
 3. 滑翔机应当给气球让出航路；
 4. 有动力装置的航空器应当给拖曳其他航空器或物件的航空器让出航路。
- 六、从一架航空器的后方，在与该航空器对称面小于70度夹角的航线上向其接近或超越该航空器时，被超越的航空器具有航行优先权。而超越航空器不论是在上升、下降或平飞均应当向右改变航向给对方让出航路。此后二者相对位置的改变并不解除超越航空器的责任，直至完全飞越对方并有足够间隔时为止。
- 七、当两架或两架以上航空器为着陆向同一机场进近，高度较高的航空器应当给高度较低的航空器让路，但后者不能利用本规则切入另一正在进入着陆最后阶段的航空器的前方或超越该航空器。已经进入最后进近或正在着陆的航空器优先于飞行中或在地面运行的其他航空器，但是，不得利用本规定强制另一架已经着陆并将脱离跑道的航空器为其让路。
- 八、一架航空器得知另一架航空器紧急着陆时，应当为其让出航路。
- 九、在机场机动区滑行的航空器应当给正在起飞或即将起飞的航空器让路。

样题：直升机和飞艇同高度交叉相遇时，哪一方应主动避让？

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.7 航空器速度	备注：CCAR-91部第91.117条
<p>一、除经局方批准并得到空中交通管制的同意外，航空器驾驶员不得在修正海平面气压高度 3千米（10000英尺）以下以大于460千米/小时（250海里/小时）的指示空速运行航空器。</p> <p>二、除经空中交通管制批准外，在距机场中心7.5千米（4 海里）范围内，离地高度750米（2500英尺）以下不得以大于370千米/小时（200海里/小时）的指示空速运行航空器。</p> <p>三、如果航空器的最小安全空速大于本条规定的最大速度，该航空器可以按最小安全空速运行。</p>	
样题：航空器在低空进行大速度飞行会有哪些风险？	

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.8 空中交通管制许可和指令的遵守	备注：CCAR-91部第91.123条
<p>一、当航空器驾驶员已得到空中交通管制许可时，除在紧急情况下或为了对机载防撞系统的警告做出反应外，不得偏离该许可。如果驾驶员没有听清空中交通管制许可，应当立即要求空中交通管制员予以澄清。</p> <p>二、除紧急情况外，任何人不得在实施空中交通管制的区域内违反空中交通管制的指令驾驶航空器。</p> <p>三、每个机长在紧急情况下或为了对机载防撞系统的警告做出反应而偏离空中管制许可或指令时，必须尽快将偏离情况和采取的行动通知空中交通管制部门。</p> <p>四、被空中交通管制部门给予紧急情况优先权的机长，在局方要求时，必须在48小时内提交一份该次紧急情况运行的详细报告。</p> <p>五、除空中交通管制另有许可外，航空器驾驶员不得按照管制员向另一架航空器驾驶员发出的许可和指令驾驶航空器。</p>	
样题：在哪些情况下驾驶员可以不遵守管制员的指令？	

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.125条

1.7.2.9 空中交通管制灯光信号

机场管制塔台发给航空器的灯光或信号弹信号在如下表中所示：

指向航空器的灯光信号的颜色和型式	对于地面上航空器的含义	对于飞行中航空器的含义
绿色定光	可以起飞	允许着陆
一连串绿色闪光	可以滑行	返航着陆(注)
红色定光	停止	给其他航空器让出航路并继续盘旋飞行
一连串红色闪光	滑离所用着陆区	机场不安全，不要着陆
一连串白色闪光	滑回机场的起始点	在此机场着陆并滑到停机坪（注）
红色信号弹		不管以前有无指示暂时不要着陆
注：着陆和滑行许可信号，在适当时发给		

样题：当某直升机即将到达某机场时，机长看到红色定光指向自己，则该做出何种反应？

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.10 在通用航空机场空域内的运行	备注：CCAR-91部第91.127条
<p>一、除局方要求或经局方批准外，航空器在通用航空机场空域内运行必须遵守CCAR-91部第91.127条规定。</p> <p>二、除非机场另有规定或指令，航空器驾驶员应当采取左转弯加入机场起落航线，并避开前方航空器的尾流。</p> <p>三、除经空中交通管制同意外，航空器在设有管制塔台的机场起飞、着陆或飞越时，应当与机场管制塔台建立双向无线电通信联系。在通信失效的情况下，只要气象条件符合基本目视飞行规则的最低天气标准，机长应当驾驶航空器尽快着陆。在仪表飞行规则条件下运行时，航空器必须遵守第91.185条的规定。</p>	
样题：在未设置塔台的通用机场降落前是否一定要有与机场取得联系？	

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.129条

1.7.2.11 在一般国内运输机场空域内的运行

一、除经空中交通管制同意外，在一般国内运输机场空域内运行的航空器驾驶员必须遵守CCAR-91部第91.129条及第91.127条的规定。

二、运营人可以根据空中交通管制批准，在一次或一组飞行中偏离本条规定。

航空器必须满足下列双向无线电通信的要求：

1. 航空器在进入该机场空域前，必须与提供空中交通服务的空中交通管制建立双向无线电通信，并在该机场空域飞行过程中一直保持通信联系；

2. 航空器离场过程中，必须与管制塔台建立并保持双向无线电通信联系，并按照空中交通管制的指令在该机场空域内运行。

三、在该空域内飞行，驾驶员必须与空中交通管制保持不间断的双向无线电通信联系。

1. 在仪表飞行规则下，航空器的无线电失效，驾驶员必须遵守第91.185条的规定。

2. 在目视飞行规则下，航空器的无线电失效，如符合下列条件，驾驶员可操纵航空器着陆：

(1) 天气条件符合或高于目视飞行规则的最低天气标准；

(2) 能够保持目视塔台的标志指示；

(3) 得到塔台的着陆许可。

四、在一般国内运输机场空域中运行的航空器必须按第91.427条规定，安装并正确使用空中交通管制应答机和高度报告设备，且工作正常。

五、航空器驾驶员在开始滑行、进入滑行道和跑道、穿越滑行道和跑道以及起飞和着陆都必须得到空中交通管制相应的许可。

样题：没有安装空中交通管制应答机的直升能否在运输机场运行？

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.131条

1.7.2.12 在一般国际运输机场空域内的运行

- 一、除经空中交通管制同意外，在一般国际运输机场空域内运行的航空器，必须遵守第91.131条和第91.129条的规定。
- 二、航空器在一般国际运输机场空域内起飞后爬升或者着陆前下降时，必须按照空中交通管制的指令进行。航空器离场加入航路、航线和脱离航路、航线飞向机场，应当按照该机场使用细则或者进离场飞行程序规定的航线和高度上升或者下降。
- 三、相邻机场的穿云上升航线或下降航线互有交叉，飞行发生冲突时，航空器驾驶员应当遵照空中交通管制指令飞行。
- 四、航空器在此类机场空域飞行时，应当按照规定的航线（航向）、高度、次序进入或脱离空域，并且保持在规定的空域和高度范围内飞行。

样题：在国际运输机场与国内运输机场的空域中运行有何区别？

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.133条

1.7.2.13 在特别繁忙运输机场空域的运行

- 一、除经空中交通管制同意外，在特别繁忙运输机场空域内运行的航空器，应当遵守第91.129条和以下规定。
- 二、在特别繁忙运输机场空域进行训练飞行的航空器，必须遵守空中交通管制规定的方法和程序。
- 三、在特别繁忙运输机场起飞、着陆和飞越的航空器机长必须至少持有私用驾驶员执照。
- 四、在特别繁忙运输机场空域运行的航空器必须满足下列通信和导航要求：
1. 航空器在空域内飞行时，任何时候都必须与空中交通管制保持双向通信。
 2. 航空器按仪表飞行规则运行时，必须具有正常工作的 VOR（甚高频全向信标）接收机。
 3. 应当安装符合第91.427(a)款规定的应答机和自动高度报告设备。

样题：在首都机场飞行的机长至少应持有什么执照？

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.14 空中危险区、限制区和禁区	备注：CCAR-91部第91.135条
<p>一、空中危险区、限制区和禁区是指根据需要，经批准划设的空域。飞行中航空器驾驶员应当使用机载设备和地面导航设备，准确掌握航空器的位置，防止误入危险区、限制区和禁区。</p> <p>二、经特别批准在限制区域内飞行或穿越该区域的航空器，必须遵守限制区内的飞行规定。</p>	
样题：在何种情况下才可以进入空中危险区、限制区和禁区？	

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.15 目视飞行规则条件下飞行的燃油要求	备注：CCAR-91部第91.151条
<p>一、旋翼机驾驶员在目视飞行规则条件开始飞行前，必须考虑风和预报的气象条件在旋翼机装载足够的燃油，这些燃油能够保证旋翼机飞到第一个预定着陆点着陆，并且此后按正常巡航速度还能至少飞行20分钟。</p> <p>二、在计算本条中所需的燃油和滑油量时，至少必须考虑下列因素：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 预报的气象条件；2. 预期的空中交通管制航路和交通延误；3. 释压程序（如适用），或在航路上一台动力装置失效时的程序； 和4. 可能延误直升机着陆或增加燃油和/或滑油消耗的任何其他情况。	
样题：在制定燃油计划时必须考虑哪些因素？	

1.7.2 飞行规则 1.7.2.16 目视飞行规则飞行计划	备注：CCAR-91部第91.153条
<p>一、目视飞行规则</p> <p>如本场空域符合目视气象条件，可以在本场按目视飞行规则飞行；如当前气象报告或当前气象报告和气象预报的组合表明本场、航路和目的地的天气符合目视气象条件，可以按照目视飞行规则进行航路飞行。</p> <p>二、目视飞行规则飞行计划的要求</p> <p>航空器驾驶员提交的按目视飞行规则飞行计划必须包括以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 该航空器国籍登记号和无线电呼号（如需要）。2. 该航空器的型号，或者如编队飞行，每架航空器的型号及编队的航空器数量。3. 机长的姓名和地址，或者如编队飞行，编队指挥员的姓名和地址。4. 起飞地点和预计起飞时间。5. 计划的航线、巡航高度(或飞行高度层)以及在该高度的航空器真空速。6. 第一个预定着陆地点和预计飞抵该点上空的时间。7. 装载的燃油量(以时间计)。8. 机组和搭载航空器的人数。9. 局方和空中交通管制要求的其他任何资料。 <p>三、当批准的飞行计划生效后，航空器机长拟取消该飞行时，必须向空中交通管制机构报告。</p>	

样题：目视飞行计划中是否应包含飞行任务的说明？

1.7.2 飞行规则 1.7.2.17 目视飞行规则的最低天气标准	备注：CCAR-91部第91.155、 91.157条
<p>一、基本目视飞行规则的最低天气标准</p> <p>1. 第91.155条规定了基本目视飞行规则的最低天气标准。除经空中交通管制按第91.137条批准在高空空域实施目视飞行规则的飞行外，只允许在中低空空域内实施。</p> <p>2. 除第91.157条规定外，只有气象条件不低于下列标准时，航空器驾驶员方可按目视飞行规则飞行：</p> <p>(1) 除(2)、(3)项规定外，在修正海平面气压高度3千米（含）以上，能见度不小于8千米；修正海平面气压高度3千米以下，能见度不小于5千米；距云的水平距离不小于1500米，垂直距离不小于300米。</p> <p>(2) 除运输机场空域外，在修正海平面气压高度900米（含）以下或离地高度300米（含）以下（以高者为准），如果在云体之外，能目视地面，允许航空器驾驶员在飞行能见度不小于1600米的条件下按目视飞行规则飞行。但必须符合下列条件之一：</p> <p>1) 航空器速度较小，在该能见度条件下，有足够的时间观察和避开其他航空器和障碍物，以避免相撞；</p> <p>2) 在空中活动稀少，发生相撞可能性很小的区域；</p> <p>3) 在符合(2)项的条件下，允许旋翼机在飞行能见度小于1600米的条件下按目视飞行规则飞行。</p> <p>二、特殊目视飞行规则的最低天气标准</p> <p>1. 在运输机场空域修正海平面气压高度3千米以下，允许按第91.157条天气最低标准和条件实施特殊目视飞行规则飞行，无须满足第91.155条的规定。</p> <p>2. 特殊目视飞行规则天气标准和条件如下：</p> <p>(1) 得到空中交通管制的许可；</p> <p>(2) 云下能见；</p> <p>(3) 能见度至少1600米（旋翼机可用更低标准）；</p> <p>(4) 除旋翼机外，驾驶员满足CCAR-61部仪表飞行资格要求，航空器安装了第91.407条要求的设备，否则只能昼间飞行。</p>	
样题：3000米以上，能见度1600米，直升机能进行目视飞行？	

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.18 目视飞行规则的巡航高度和飞行高度层	备注：CCAR-91部第91.159条
<p>一、除经空中交通管制批准外，驾驶航空器按目视飞行规则在离地900米以上做水平巡航飞行时，应当按照第91.179条规定的飞行高度层飞行。</p> <p>二、航空器驾驶员在按仪表飞行规则巡航平飞时，必须保持空中交通管制指定的高度或飞行高度层。</p> <p>三、飞行高度层按以下标准划分：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 真航线角在0度至179度范围内，飞行高度由900米至8100米，每隔600米为一个高度层；飞行高度由8900至12500米，每隔600米为一个高度层；飞行高度12500米以上每隔1200米为一个高度层。2. 真航线角在180度至359度范围内，飞行高度由600米至8400米每隔600米为一个高度层；飞行高度9200米至12200米，每隔600米为一个高度层；飞行高度13100米以上，每隔1200米为一个高度层。3. 飞行高度层根据标准大气压条件下假定海平面计算。真航线角从航线起点和转弯点量取。	

样题：标准海压3000米、4000米、5000米、6000米是不是飞行高度层？

<h2>1.7.2 飞行规则</h2> <h3>1.7.2.19 仪表飞行规则条件下飞行的燃油要求</h3>	备注：CCAR-91部第91.167条
<p>一、航空器驾驶员在仪表飞行规则条件下开始飞行前，必须充分考虑风和预报的气象条件，在航空器上装载足够的燃油，这些燃油能够：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 飞到目的地机场着陆； 2. 然后从目的地机场飞到备降机场着陆； 3. 在完成上述飞行之后，对于直升机，备降起降点上空450米（1500英尺）高度以等待速度飞行30分钟，并且加上附加燃油量，以便在发生意外情况时足以应付油耗的增加。 4. 按本条二(2)款的要求，当没有适合的备降机场时，飞至这次飞行所计划的起降点然后以等待速度飞行两小时。 <p>二、对于直升机，在符合下列条件时，可以不选用备降机场，本条一(2)项不适用：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 云高高于机场标高300米或高于适用的进近最低标准之上120米（以高者为准），能见度3千米或高于程序规定的最低标准1500米（以高者为准），或 2. <ol style="list-style-type: none"> (1) 预定着陆起降点地处孤立，无适当的目的地备降机场； (2) 该孤立的预定着陆起降点规定有仪表进近程序； (3) 当目的地为近海起降点时，确定了一个不能返航点。 <p>三、在下述条件下，可以为直升机指定适当的近海备降起降点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 仅在飞过不能返航点之后使用近海备降起降点。不能返航点之前必须使用岸上备降机场； 2. 在确定备降起降点适用性时，必须考虑关键操纵系统和关键部件的机械可靠性； 3. 在到达备降起降点之前，保证单台发动机失效时的性能水平； 4. 必须保证直升机起降平台可用； 5. 天气资料必须准确可靠 <p>四、当直升机携带的燃油足以飞往岸上的某个备降起降点时，不应使用近海备降起降点。种情况应视为例外，而且不应包括恶劣天气条件下业载增加的情况。</p> <p>五、直升机在计算本条中所需的燃油和滑油量时，至少必须考虑下列因素：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 预报的气象条件； 2. 预期的空中交通管制航路和交通延误； 3. 仪表飞行时，在目的地起降点进行一次仪表进近，包括一次复飞； 4. 释压程序（如适用），或在航路上一台动力装置失效时的程序；和 5. 可能延误直升机着陆或增加燃油和/或滑油消耗的任何其他情况。 	

样题：在何种情况下，直升机可以不用备降场？

<p>1.7.2 飞行规则</p> <p>1.7.2.20 仪表飞行规则飞行计划</p>	<p>备注：CCAR-91部第91.169， 91.173条</p>
<p>一、按仪表飞行规则运行的航空器，应当按空中交通管制的要求提交飞行计划的申请，并获得相应的空中交通管制许可。</p> <p>二、除经空中交通管制同意外，仪表飞行规则飞行计划应当包括下列内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 第91.153条(b)款中要求的内容。 2. 备降机场，除第91.169条(b)款规定外。 <p>三、如果符合第91.167条(b)款的条件，可以不选用备降机场，本条二(2)项不适用。</p> <p>四、除经局方批准外，对于列入仪表飞行规则飞行计划中的备降机场，应当有相应的天气实况报告、预报或两者组合表明，当航空器到达该机场时，该机场的天气条件等于或高于下列最低天气标准：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对于具有局方公布的仪表进近程序的机场，使用下列标准： <ol style="list-style-type: none"> (1) 对于旋翼机以外的航空器，在有一套进近设施与程序的机场，云高在最低下降高/度(MDH/MDA)或决断高/度(DH/DA)上增加120米，能见度增加1600米；在有两套(含)以上精密或非精密进近设施与程序并且能提供不同跑道进近的机场，云高在最低下降高或决断高上增加60米，能见度增加800米，在两条较低标准的跑道中取较高值。 (2) 对于旋翼机，云高在所用机场进近程序最低下降高或决断高上增加60米，能见度至少1600米，但不小于所用进近程序最低能见度标准。 2. 对于没有公布仪表进近程序的机场，云高和能见度应当保证航空器可按照基本目视飞行规则完成从最低航路高度(MEA)开始下降、进近和着陆。 <p>五、当航空器机长决定取消或完成该已生效的飞行计划时，必须通知空中交通管制机构。</p> <p>样题：直升机的备降场天气标准如何确定？</p>	

1.7.2 飞行规则

备注：CCAR-91部第91.183条

1.7.2.21 仪表飞行规则的无线电通信

按仪表飞行规则飞行的航空器驾驶员必须在指定的频率上保持守听，并且及时向空中交通管制部门报告以下事项：

1. 通过指定报告点或空中交通管制规定的报告点的时间和高度，但是，航空器处于雷达管制下时，仅需在通过空中交通管制部门特别要求的那些报告点时报告；
2. 遇到没有得到预报的气象条件；
3. 与飞行安全有关的任何其他信息。

样题：雷达管制时机组是否需要进行位置报告？

1.7.2 飞行规则	备注：CCAR-91部第91.187条	
1.7.2.22 仪表飞行规则运行时的故障报告		
<p>一、按仪表飞行规则运行的航空器发生导航、进近或通信设备故障时，机长应当尽快向空中交通管制报告。</p> <p>二、按本条一款要求提交的报告中应当包括下列内容：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 航空器识别标志；2. 故障的设备；3. 驾驶员按仪表飞行规则驾驶航空器能力受到削弱的程度；4. 需要得到空中交通管制帮助的内容和范围。		
样题：当出现罗盘失效时，直升机驾驶员应如何向管制员报告情况？		

<p>1.7.2 飞行规则</p> <p>1.7.2.23 双向无线电通信失效</p>	备注：CCAR-91部第91.185条
<p>一、除空中交通管制批准外，在飞行过程中，当双向无线电通信失效时航空器驾驶员必须遵守CCAR-91部第91.185条的规则。</p> <p>二、如果无线电通信失效发生在目视飞行规则条件下，或者在失效后遇到目视飞行条件，航空器驾驶员应当按目视飞行规则继续飞行，并尽快着陆。</p> <p>三、如果无线电失效发生在仪表飞行规则条件下，并且不能按照CCAR-91部第91.185条二款实施目视飞行规则飞行，航空器驾驶员应当根据以下规定继续飞行：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 按下列规定确定飞行航线： <ol style="list-style-type: none"> (1) 按照最后接到的空中交通管制许可所指定的航线继续飞行。 (2) 如果航空器正在被雷达引导，从无线电失效点直接飞向雷达引导指令所指定的定位点、航线或航路； (3) 在没有指定航线时，按照空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的航线飞行； (4) 如果不能按照上一条所述航线飞行时，则按照飞行计划所申请的航线飞行。 2. 按下列高度或高度层中最高者飞行： <ol style="list-style-type: none"> (1) 无线电失效前最后一次空中交通管制许可中所指定的高度或飞行高度层； (2) 仪表飞行规则运行的最低高度或高度层； (3) 空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的高度或高度层。 3. 离开空中交通管制许可界限 <ol style="list-style-type: none"> (1) 当空中交通管制许可界限是起始进近定位点的情况下，航空器驾驶员如果已收到空中交通管制给出的发布下一许可的时刻，应当在接近此时刻时开始下降或下降和进近；如果未曾收到发布下一许可的时刻，则尽可能按照提交的飞行计划所计算出的预计到达时刻或(与空中交通管制一起)修正的航路预计到达时刻下降或下降和进近。 (2) 在许可界限不是起始进近定位点的情况下，航空器驾驶员如果已收到过空中交通管制给出的预计发布下一许可的时刻，应当在此时刻离开许可界限；如果未曾收到过发布下一许可的时刻，应当在到达该许可界限上空时继续飞向起始进近定位点，并尽可能按照提交的飞行计划所计算出的预计到达时刻或(与空中交通管制一起)修正的航路预计到达时刻开始下降或下降和进近。 	

样题：无线电通信失效发生在目视飞行规则条件下，直升机驾驶员是否能立刻直飞最近的机场？

1.7.2 飞行规则	
1.7.2.24 航空器燃油加注的一般规定	备注：CCAR-91部第91.195条
<p>一、飞机不应在乘客登机、离机或在机上时加油，除非机长或其他有资格的人员在场并随时能以可行的最实用和快捷的方法引导乘客撤离飞机。</p> <p>二、不得在乘客登机、离机和在机上时或旋翼正在旋转时为直升机加油，除非机长或有资格的人员在场，随时可以启动和组织人员以最实用和快捷的方法撤离直升机。</p> <p>三、如果在乘客登机、离机或在机上时加油，则应使用飞机(直升机)的内话系统或其他适当的方法，保持监督加油的地面机组人员与机长或本条（一）款所要求的其他合格人员之间的双向通信。</p>	
样题：直升机旋翼正在旋转时能否为直升机加油？	

1.7.3 特技飞行	备注：CCAR-91部第91.201条
-------------------	---------------------

一、除经局方批准外，任何人不得在下列情况下驾驶航空器进行特技飞行：

1. 在任何城市、集镇或居住地的人口稠密区上空；
2. 在露天的人员集会地点上空；
3. 在任何局方指定的区域内；
4. 在任何航路中心线两侧10千米范围之内；
5. 距地面450米以下；
6. 飞行能见度低于5千米时。

二、在本条中，特技飞行是指驾驶员有意作出的正常飞行所不需要的机动动作，这些动作中包含有航空器姿态的急剧变化，非正常的姿态或非正常的加速度。

样题：直升机在何种情况下可以在城市上空450米以下飞行？

1.7.4 维修要求	备注：CCAR-91部第91.307条
-------------------	---------------------

航空器的所有权人或运营人应当按照以下规定完成对航空器的检查：

1. 按照航空器的设计规范、型号合格证数据单或局方批准的其它文件中的规定，对有时间限制部件的更换时间进行检查，以保证在到达时间限制前及时更换；
2. 对于大型飞机、涡轮喷气多发飞机、涡桨多发飞机或者涡轮动力旋翼机，按照第91.309条要求的检查大纲的规定进行检查；
3. 对于(2)之外的航空器，在每100小时的飞行时间内按照CCAR-43部的规定完成100小时检查，但如果在连续的12个日历月内没有达到100小时的飞行时间，则应当在上次完成100小时检查之日起12个月之内完成CCAR-43部规定的年度检查。如果需要为检查而进行调机时，可以超过100小时的限制，但超出时间不得多于10小时。并且在计算下一个100小时使用时间时要包括这次超过100小时的时间。
4. 如果航空器或者航空器部件制造厂家颁发的航空器维修手册或其他持续适航文件中规定的检查超过CCAR-43部规定的100小时检查或者年度检查，则应当按照其规定执行检查，并且不必重复执行100小时检查或者年度检查。

样题：米26直升机是否需要每100小时的飞行时间进行一次CCAR-43部的规定的检查？

1.7.5 航空器的适航性	
1.7.5.1 民用航空器的合格证要求	备注：CCAR-91部第91.401条
<p>一、除CCAR-91部第91.613条规定外，运行民用航空器时，航空器应当携带下列证件：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 适用的现行适航证件（超轻型飞行器除外）。2. 中国民用航空总局颁发的该航空器的航空器国籍登记证；在国外登记的航空器在中华人民共和国境内运行时，国外民航当局颁发的该航空器的航空器国籍登记证。 <p>二、运行民用航空器时，CCAR-91部第91.401条一所要求的适航证件或按CCAR-91部第91.613颁发的特许飞行证应当展示在客舱或驾驶舱的入口处，以便乘客或机组清晰可见。</p> <p>三、运行在客舱内或行李舱内安装有燃油箱的航空器时，应当将按照CCAR-43部批准该安装的表格或者等效表格的复印件放在该航空器上。</p> <p>四、除经局方批准外，运行涡轮动力飞机进出中华人民共和国机场时，应当符合CCAR-34部的燃油排泄和排气要求、CCAR-36部的噪声要求。</p>	

样题：在中华人民共和国境内运行民用航空器时，航空器应当携带哪些证件？

1.7.5 航空器的适航性

备注：CCAR-91部第91.403条

1.7.5.2 目视飞行规则运行的仪表和设备

一、航空器按目视飞行规则飞行时，应当至少安装下列仪表和设备：

1. 一个磁罗盘；
2. 一个指示时、分、秒的准确的计时表；
3. 一个灵敏的气压高度表；
4. 一个空速表。

二、除固定翼飞机的航空作业运行外，作为管制飞行而实施的目视飞行规则飞行，应当按照本规则第91.405条的仪表飞行规则进行装备。

三、对于涡轮动力的固定翼飞机，还应当装有防撞灯光系统，但该系统失效后，可继续飞行到能够进行修理或更换的地点。

样题：计时表是否是目视飞行必须的设备？

1.7.5 航空器的适航性 1.7.5.3 仪表飞行规则运行的仪表和设备	备注：CCAR-91部第91.405条
<p>一、航空器按仪表飞行规则飞行时，应当至少安装下列仪表和设备：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 一个磁罗盘；2. 一个指示时、分、秒的准确的计时表；3. 两个带转鼓计数器或者同等指示方法的灵敏气压高度表（对于固定翼飞机实施的航空作业运行，可仅安装一个）；4. 一个可以防止因凝结或结冰而发生故障的空速指示系统；5. 一个转弯侧滑仪；6. 一个姿态指示器（人工地平仪），但对于旋翼机应当安装三个姿态指示器（其中一个可用转弯仪代替）；7. 一个航向指示器（方向陀螺）；8. 一个指示陀螺仪表的供电是否充足的设备；9. 一个在驾驶舱内指示大气温度的设备；10. 一个爬升和下降速度指示器。 <p>二、按仪表飞行规则运行的旋翼机或者不参照一个或几个飞行仪表便不能保持其所需姿态的旋翼机，除应当安装本条一规定的设备外，还应当安装一个稳定系统（对于经型号审定确认，由于设计特点，没有稳定系统也具有足够稳定性的旋翼机除外）。</p> <p>三、对于涡轮动力固定翼飞机，还应当装有防撞灯光系统，但该系统失效后，可继续飞行到能够进行修理或更换的地点。</p>	

样题：相对于飞机，哪些设备是直升机在仪表飞行时必须的？

1.7.5 航空器的适航性

备注：CCAR-91部第91.407条

1.7.5.4 夜间和云上运行的仪表和设备

一、在夜间(日落到日出期间)和云上运行的所有航空器除安装仪表飞行规则飞行规定的仪表和设备外，还应当装备：

1. 防撞灯和航行灯；
2. 两个着陆灯（仅装有一个着陆灯但有两个单独供电的灯丝，可认为符合规定），但对于固定翼飞机实施的航空作业运行，可仅安装一个着陆灯；
3. 供飞行组使用的、安全运行所必需的仪表和设备的照明；
4. 客舱灯光；
5. 在每一个机组成员座位处配置一个电筒。

二、航空器在夜间、云上运行或者局方另外规定的其他期间，应当按规定开启或者显示灯光。

样题：夜间运行时航空器应开启哪些灯光？

<p>1.7.5 航空器的适航性</p> <p>1.7.5.5 无线电通信设备</p>	备注：CCAR-91部第91.411条
<p>一、航空器应当装有适当的无线电通信设备，以便能够：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 出于机场管制目的而进行的双向通信； 2. 在飞行中随时接收气象资料； 3. 在飞行中的任何时间，至少和一个地面通信站以及局方规定的其他航空电台和频率进行双向通信。 <p>二、为确保在飞行中任何时间至少可与一个地面站建立双向通信联系，航空器应当至少装有：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 两台发射机； 2. 两个麦克风； 3. 两副耳机或一副耳机和一个扬声器； 4. 两台独立的接收机（如果其任何部分的功能都不依赖于另一台接收机，则认为其是独立的）。 <p>三、本条二(2)要求安装的麦克风应当为吊杆式或喉式，并且在过渡高度层或者过渡高度下飞行时，在驾驶舱值勤的所有飞行组成员都必须通过麦克风通话。</p> <p>四、本条二中要求的双套无线电通信不超过一套设备发生故障或不能工作时，航空器仍可从不能修理或更换零部件的地点飞到能够修理或更换零部件的地点，但不可载运旅客。</p> <p>五、当在航路上需要甚高频和高频两种通信设备，并且航空器上有两台甚高频发射机和两台甚高频接收机时，则只要求一台高频发射机和一台高频接收机。</p> <p>六、上述所要求的无线电通信设备必须能在121.5兆赫航空应急频率上进行通信。</p>	

样题：当机载电台有一部发生故障时，航空器还能否继续飞行？

<p>1.7.5 航空器的适航性</p> <p>1.7.5.6 应急和救生设备</p>	备注：CCAR-91部第91.415条
<p>一、所有航空器应当装备有与允许载客量相应的、足够的并易于取用的急救包。</p> <p>二、所有航空器应当至少按下述要求配备其喷射时不会使机内空气产生危险性污染的手提灭火瓶：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 驾驶舱内或驾驶舱附近应当装备至少一个手提灭火器，并应放置在飞行机组成员易于取用的位置； 2. 每一个与驾驶舱隔开而飞行组又不能很快进入的客舱，但对于容纳多于30名乘客的客舱内，应当在便于取用的适当地点配备至少两个手提灭火器； 3. 手提灭火器应当存放在易于取用的位置，如果存放位置不是明显可见，则应当有明显的指示标志； 4. 手提灭火器应当恰当地固定，以免妨碍飞机的安全运行或对机组成员和乘客的安全产生不利影响。 <p>三、所有航空器应当按照下述要求配备座椅和安全带：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 每一个2周岁以上乘员，必须有一个座椅或者卧铺； 2. 每个座椅或卧铺配有一条安全带； 3. 每个前排的座位（飞行机组或与其平行的座位）有一副肩带（该肩带应当设计成能够在急剧减速时自动勒住座上人员身体，并在经受规定的固定载荷要求的极限惯性力时，能保护乘员免受严重的头部伤害）； 4. 装于飞行机组位置处的每副肩带应当使机组成员就座并束紧时能完成飞行操作所要求的全部职能； 5. 配备客舱乘务组的载客运行航空器，应当为每一个客舱乘务组成员配备带有安全带的座椅。客舱乘务组座椅应当按局方对紧急撤离的要求位于靠近地板高度的出口和其他应急出口处。 <p>四、所有航空器应当配备在飞行中易于更换的适当规格的各种备用保险丝或保护性熔断器。</p> <p>五、容纳 19 名（不含）以上载客运行的航空器应当配备应急斧。</p> <p>六、载客运行的航空器应当按照下列要求配备由电池供电的便携式扩音器，并且方便负责指导紧急撤离的机组成员取用：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 旅客座位数在61座至99座之间的飞机应当配备一个扩音器，放置在客舱最后部位客舱乘务员在正常座位上易于取用的位置，但是，如果局方认为放置在其他部位更有利于紧急状态下人员的撤离，则可批准偏离本款的要求； 2. 旅客座位数大于 99 座的飞机，在客舱前端和最后部位客舱乘务员在正常座位易于取用的位置各放置一个扩音器。 	

样题：航空器应急救生设备包括哪些？

<p>1.7.5 航空器的适航性</p> <p>1.7.5.7 水面上空运行旋翼机附加应急和救生设备</p>	<p>备注：CCAR-91部第91.419条</p>
<p>一、在下述情况下，计划作水上飞行的旋翼机应当装备永久性或可迅速展开的漂浮设备，以保证旋翼机在下列情况下在水上安全迫降：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A级性能旋翼机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟； 2. B级性能旋翼机在水面上空飞行时超过自转或安全迫降着陆距离。 <p>二、在下述情况下，应当为机上每个人装备一件救生衣或等效个人漂浮装置，存放在从各人座位或床位易于取用的地方：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A级性能旋翼机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟； 2. B级性能旋翼机在水上飞行超过自转着陆离岸距离但在当地搜寻和救援部门规定的离岸距离内； 3. A级或B级性能旋翼机由于起飞和进近航径处于水面上空，旋翼机一旦发生事故可能在水上迫降的起降场起飞或着陆时。 <p>三、除以上规定外，在下述情况下，应当装备供机上所有人员乘坐的足够数量的救生筏，存放在紧急时便于取用的地方，并备有与实施的飞行相适合的救生设备（包括维持生命的设备）和为每一救生衣及等效个人漂浮装置配备救生定位灯：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A级性能旋翼机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟； 2. B级性能旋翼机在水上飞行超过当地搜寻和救援部门规定的离岸距离在上述范围之外时。 <p>样题：A级性能旋翼机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟时应配备哪些应急救生设备？</p>	

1.7.6 商业非运输运营人驾驶员的资格要求和飞行时间限制

备注：CCAR-91部第91.731条

一、从事以取酬或出租为目的的商业飞行的驾驶员，以及为商业非运输运营人服务、从运营人处获取报酬的驾驶员必须满足下列资格要求：

1. 至少持有按照CCAR-61部颁发的商用驾驶员执照；

2. 根据其所参加的运行的种类，满足本规则其他章和CCAR-61部中规定的其他相应要求。

二、从事以取酬或出租为目的的商业飞行的驾驶员，以及为商业非运输运营人服务、从运营人处获取报酬的驾驶员必须满足下列飞行时间限制要求：

1. 除经局方批准外，每日飞行时间不超过10小时；

2. 任何7个连续日历日内飞行时间不超过40小时；

3. 每个日历年内的飞行时间不超过120小时；

4. 每个日历年内的飞行时间不超过1400小时。

样题：从事商业非运输飞行的飞行员，每年最多允许的飞行时间是多少？

1.7.7 私用大型航空器运营人取酬驾驶员的资格要求和飞行时间限制

备注：CCAR-91部第91.829条

一、为私用大型航空器运营人服务、从运营人处获取报酬的驾驶员必须满足下列资格要求：

1. 至少持有按照CCAR-61部颁发的商用驾驶员执照；

2. 根据其所参加的运行的性质，满足本规则其他章和CCAR-61部中规定的其他相应要求；

二、为私用大型航空器运营人服务、从运营人处获取报酬的驾驶员必须满足下列飞行时间限制要求：

1. 任何7个连续日历日内不得超过40小时；
2. 每个日历年内的飞行时间不超过120小时；
3. 每个日历年内的飞行时间不超过1400小时。

样题：私用大型航空器运营人雇佣的飞行员应持有什么执照？

1.7.8 航空器代管人的运行规则

备注：CCAR-91部第91.731条

1.7.8.1 飞行机组的经历和资格要求

一、在代管航空器的私用载客运行中担任机长、副驾驶和客舱乘务员的人员应当满足以下技术和经验要求：

1. 在VFR飞行中担任机长的驾驶员，其总飞行经历时间应当不少于500小时；在IFR飞行中担任机长的驾驶员，其总飞行经历时间应当不少于1200小时。

2. 代管航空器的机长和副驾驶应当至少持有商用驾驶员执照、相应的航空器等级和仪表等级。对于具备型别等级的航空器，航空器的机长应当持有型别等级。

3. 对于航空器代管人在运行中使用的乘务员，应当接受代管人提供的适当训练。

二、如果局方在考虑航空器代管人的运行规模和范围之后，认为其机组成员能有效履行与其职位相应的职责，局方可批准代管人偏离本条一款的要求。

样题：在代管航空器的私用载客运行中担任机长、副驾驶能否只持有私照？

1.7.8 航空器代管人的运行规则 1.7.8.2 驾驶员的使用限制和搭配要求	备注：CCAR-91部第91.961条
<p>一、如果副驾驶在所飞机型上的飞行经历时间少于100小时，并且机长不具备飞行检查员或飞行教员资格，则在下列情况下，应当由机长完成所有起飞和着陆：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 在局方或代管人规定的特殊机场；2. 机场的最新气象报告中有效能见度值等于或小于1200米(3/4英里)，或跑道视程(RVR)等于或小于1200米(4000英尺)。3. 所用跑道有水、雪、雪浆或严重影响飞机性能的情况；4. 所用跑道的刹车效应据报告低于“好”的水平；5. 所用跑道的侧风分量超过7米/秒(15海里/小时)；6. 在机场附近据报告有风切变；7. 机长认为需谨慎行使机长权力的任何其他情况。 <p>二、在安排飞行机组搭配时，应当至少有一名驾驶员在该型飞机上具有75小时的飞行经历时间。但在下列情况下，局方可根据航空器代管人的申请，使用对其运行规范作适当增补的方法，批准偏离本款的要求：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 新审定合格的航空器代管人没有雇佣任何符合本款最低要求的驾驶员；2. 航空器代管人在其机群中增加了以前未在其运行中使用过的某种型别飞机；3. 航空器代管人建立了新的基地，指派到该基地的驾驶员需要在该基地运行的飞机上取得资格。	

样题：在哪些情况下，必须由机长完成航空器的起降？

<h2>1.7.8 航空器代管人的运行规则</h2> <h3>1.7.8.3 飞行、值勤和休息时间要求</h3> <p>一、术语解释：</p> <ol style="list-style-type: none"> 扩编飞行机组，是指配备三名驾驶员的机组。 日历日，是指按世界协调时或当地时间划分的一个时间段，从当日零点到次日零点之间的 24 小时。 值勤期，是指机组成员在接受代管人安排的飞行任务后，从报到时刻开始，到解除任务时刻为止的连续时间段。 运行延误，是指由于出现恶劣的气象条件、飞机设备故障、空中交通管制不畅等代管人或飞行机组无法控制且预先没有得知的客观原因而导致的延误。 多时区飞行，在北纬 60 度和南纬 60 度之间，连续向东或向西跨越不少于 5 个时区的飞行。 休息期，是指从机组成员到达休息地点起，到为执行下一次任务离开休息地点为止的连续时间段，在该段时间内，航空器代管人不得为该员安排任何工作和给予任何干扰。代管人将机组成员运送到执行飞行任务的机场，或将其从解除任务的机场运送回驻地，这些路途上所耗费的时间不应当被认为是休息期的组成部分。 <p>二、参加代管航空器飞行的飞行机组成员应当符合本规则第91.963和第91.965对飞行、值勤和休息时间的规定。</p> <p>三、在飞行任务预计结束时间之前24小时内，应当为飞行机组成员提供至少10个连续小时的休息期。</p> <p>四、由于运行延误需延长值勤时间或飞行时间时，应当得到代管人的批准并得到飞行机组的同意，且不得超出本规则第91.965条规定的最高限制。</p> <p>五、当待命执行飞行任务的飞行机组成员认为执行该次飞行将违反本规则的飞行、值勤和休息要求时，飞行机组成员可以拒绝执行该次飞行任务。</p>	备注：CCAR-91部第91.963条
样题：在飞行员休息期能否安排模拟机训练？	

1.7.8 航空器代管人的运行规则

备注：CCAR-91部第91.965条

1.7.8.4 飞行机组的飞行、值勤和休息时间要求

一、航空器代管人为飞行机组成员安排飞行时，应当保证飞行机组成员的总飞行时间(含所有飞行时间，如训练、调机飞行等)满足下列要求：

1. 任何 7 个连续日历日内不得超过 40 小时；
2. 任一日历月内不得超过 120 小时；
3. 任一年内不得超过 1400 小时。

二、对于含一名或两名驾驶员的飞行机组，其飞行、值勤和休息时间安排应当满足下列表格中的要求：

	正常排班	运行延误后
飞行前休息时间	不少于 10 小时	不少于 10 小时
值勤时间	不超过 14 小时	可超过 14 小时 不超过 16 小时
飞行时间	不超过 10 小时	可超过 10 小时 不超过 12 小时
飞行后休息时间	不少于 10 小时	不少于 12 小时
多时区飞行后的休息时间	不少于 14 小时	不少于 18 小时

三、对于含三名驾驶员的扩编飞行机组，其飞行、值勤和休息时间安排应当满足下列表格中的要求：

	正常排班	运行延误后
飞行前休息时间	不少于 10 小时	不少于 10 小时
值勤时间	不超过 18 小时	可超过 18 小时 不超过 20 小时
飞行时间	不超过 14 小时	不超过 16 小时
飞行后休息时间	不少于 14 小时	不少于 18 小时
多时区飞行后的休息时间	不少于 18 小时	不少于 24 小时

样题：对于两人制机组，执勤期最长可以为多少？

1.7.8 航空器代管人的运行规则 1.7.8.5 驾驶员的理论检查和熟练检查要求	备注：CCAR-91部第91.967条
<p>一、参加代管航空器运行的驾驶员，应当在前12个日历月内通过局方监察员、局方委任代表或代管人内部经局方批准的飞行检查员实施的关于下列内容的理论检查(笔试或口试)；</p> <p>二、在前12个日历月内，代管航空器的驾驶员应当在其所飞级别或型别(如有型别)的航空器上通过由局方监察员、局方委任代表或代管人内部经局方批准的飞行检查员实施的熟练检查，以确定驾驶员是否具备驾驶该型别或级别航空器的实际能力。熟练检查的内容包括初始颁发相应的驾驶员执照和等级所需进行的实践考试中要求的动作和程序。</p> <p>三、经局方批准后，全部或部分熟练检查项目可以在飞行模拟机或其他相应的飞行训练器中完成。对于有飞行模拟机的航空器，航空器代管人应当确保驾驶员每年至少接受一次在飞行模拟机上完成的训练课程。</p>	

样题：参加代管航空器运行的驾驶员进行理论检查和熟练检查的周期是多长？

1.7.9 旋翼机机外载荷作业飞行	
1.7.9.1 人员要求	备注：CCAR-91部第91.1205条
<p>一、实施旋翼机机外载荷作业运行的运营人至少有一名驾驶员（可为运营人本人）持有商用或航线运输驾驶员执照，并具有适合于本规则第91.1203条所述旋翼机的航空器等级。</p> <p>二、运营人应当指定一名驾驶员作为总飞行师（可为运营人本人）负责实施旋翼机机外载荷作业运行，还可以在必要时指定一名副总飞行师，以便在总飞行师不在时行使总飞行师的职责。总飞行师和副总飞行师应当经局方认可、持有本条(a)款所述的执照和等级并且满足本规则第91.1207条的要求。</p> <p>三、实施旋翼机机外载荷作业运行的运营人在更换总飞行师和副总飞行师时，应当及时向飞行标准部门报告。总飞行师或副总飞行师停止工作后，除非得到局方特殊批准，应当在30天之内指定新的符合二款要求的总飞行师或副总飞行师，否则应当停止旋翼机机外载荷作业运行。</p>	
样题：实施旋翼机机外载荷作业运行的驾驶员应至少持有什么执照？	

<h3>1.7.9 旋翼机机外载荷作业飞行</h3> <h4>1.7.9.2 操作规则</h4> <p>一、任何人不准在没有旋翼机与载荷组合手册或违反第91.1223条规定的前提下实施旋翼机机外载荷作业飞行。</p> <p>二、进行旋翼机机外载荷作业飞行应当满足下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 使用的旋翼机符合第91.1203条要求； 2. 旋翼机和旋翼机/载荷组合在运营人合格证或运行规范中得到批准。 <p>三、当操作人员使用同级别旋翼机，但外部载荷物的构型与该操作人员以前操作过的构型有极大区别时(无论旋翼机/载荷组合是否级别相同)，该操作人员应当谨慎操作，避免对地面人员和财产造成危害。由局方确定是否对此类操作的旋翼机/载荷组合实行跟踪检查，如检查，内容应包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 确定旋翼机/载荷组合的重量和重心位置在批准的限制之内，外部载荷安全系牢，外部载荷物不影响紧急设备的释放功能； 2. 做一次起飞，确认操作性是否满意； 3. 悬停时确认有足够的方向控制； 4. 向前做一次加速飞行来确定旋翼机不会出现无法控制或危险的姿态； 5. 向前飞行时，检查外部载荷物是否有危险的摆动，当驾驶员看不到机外载荷物时，其他机组成员或地面人员可以进行此项检查并向驾驶员发出信号； 6. 增加前飞速度，确认在操作速度上不会出现危险摆动或危险气动抖动。 <p>四、尽管本规则有限制，如果实施的机外载荷作业飞行不会对地面人员和财产造成危害并且满足下列条件，仍可在人口稠密地区进行作业飞行：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 实施作业飞行的人员应当做出作业飞行的完整计划，并与有管辖权的地方飞行标准机构进行协调并得到批准。计划中应当包括与人口稠密地区负责单位签署的飞行期间禁止人员入内的协议，空中交通管制的协调和详细的飞行线路和高度图； 2. 每次飞行应当按照一定的高度和航迹，在紧急情况下保证可释放物得到释放、旋翼机可着陆并且对地面人员和财产不造成危害。 <p>五、除第91.1217条规定外，如果机外载荷作业飞行不会造成对地面人员和财产的危害，仍可以进行低于地表高度150米和接近人员、船只、车辆和建筑物少于150米的机外载荷作业飞行必要的进离场、作业必需的载荷物体位移的操作。</p> <p>六、除经局方特殊批准外，任何人不得在IFR下实施旋翼机机外载荷的作业飞行。任何时候，不准许将人员作为外部载荷物挟带，在IFR下飞行。</p>	备注：CCAR-91部第91.1211条
样题：实施旋翼机机外载荷作业飞行的必要条件有哪些？	

1.7.10 法律责任	备注: CCAR-91部第91.1601、91.1603、91.1605、91.1607、91.1609、91.1613条
--------------------	---

一、概则

违反本规则规定实施民用航空器运行的个人或单位，应当按照本规则的要求承担相应的法律责任。

二、涉及妨碍和干扰机组成员的处罚

对于违反CCAR-91第91.13条的任何人员，局方可以对其处以一千元以下的罚款，并根据《中华人民共和国民用航空法》第一百九十二条和第二百条的规定进行处罚。

三、涉及空投物体的处罚

对于违反CCAR-91第91.17条规定，民用航空器在飞行中投掷物品的，局方根据《中华人民共和国民用航空法》第二百零九条的规定对直接责任人进行处罚。

四、涉及酒精或药物的违禁行为的处罚

1. 违反CCAR-91第91.19条(a)款的规定担任或试图担任民用航空器的机组成员，或违反CCAR-91第91.19条(c)款的规定拒绝接受酒精测试或拒绝将测试结果提供给局方的，局方根据《中华人民共和国民用航空法》第二百零八条的规定给予警告、暂扣执照一至六个月的处罚。情节严重的，可给予吊销执照的处罚。

2. 对于受到CCAR-91第91.1607条(a)处罚的人员，自违法行为发生之日起一年内，局方将不接受该人员提出的任何按CCAR-61颁发执照或等级的申请。

五、涉及违反相关规定的处罚

1. 对于违反CCAR-91的B章（飞行规则）、C章（特殊飞行规则）、D章（维修要求）、E章（设备、仪表和合格证要求）、F章（大型和运输类航空器的设备和运行的附加要求）、L章（大型和涡轮动力多发飞机）、M章（农林喷洒作业）中有关规定的，局方应责令立即停止违规活动，并可给予下列处罚：

（1）如果直接责任人是航空人员执照持有人，局方可给予其警告或一千元以下的罚款；情节严重的，可给予其暂扣执照一至六个月或吊销执照的处罚。

（2）如果直接责任人是航空器所有权人或运营人，局方可给予其警告或罚款的处罚，有违法所得的，给予违法所得的三倍但最高不超过三万元的罚款，没有违法所得的，给予一万元以下的罚款。

2. 涉及无有效适航证实施飞行的处罚如果航空器在运行期间机上未携带现行有效的适航证，局方可根据《中华人民共和国民用航空法》第二百零一条对运营人进行处罚。

样题：可能导致驾驶员执照被吊销的情况有哪些？

1.8.1 民用航空器事故和飞行事故征候调查**1.8.1.1 相关定义**

备注：CCAR-395 部第 395.3 条

民用航空器事故，是指民用航空器飞行事故和民用航空地面事故(以下统称事故)。

民用航空器飞行事故，是指民用航空器在运行过程中发生的人员伤亡、航空器损坏的事件。

民用航空地面事故，是指在机场活动区内发生航空器、车辆、设备、设施损坏，造成直接经济损失人民币30万元以上或导致人员重伤、死亡的事件。

民用航空器飞行事故征候（以下统称事故征候），是指航空器飞行实施过程中发生的未构成飞行事故或航空地面事故但与航空器运行有关，影响或者可能影响飞行安全的事件。

严重飞行事故征候，是指航空器飞行实施过程中几乎发生事故情况的飞行事故征候。

样题：什么叫民用航空器飞行事故和事故征候？

1.8.1 民用航空器事故和飞行事故征候调查**1.8.1.2 调查通知**备注：CCAR-395 部第 395.22 至
395.27 条

发现事故的单位或者个人，应当立即将事故信息报告当地民航管理机构或者当地人民政府。

当地民航管理机构收到事故信息后，应当立即报告民航局空中交通管理局运行管理中心和民航局事故调查职能部门，并保持与民航局联络畅通，同时通报当地政府。

民航局空中交通管理局运行管理中心收到事故信息后，应当立即报告民航局领导和通知民航局其他有关部门。

事故发生单位应当在事发后12小时内以书面形式向事发所在地的地区管理局报告，事发所在地的地区管理局应当在事发后24小时内以书面形式向民航局事故调查职能部门报告。

样题：发生事故后，机长应当立即向谁报告？

1.8.1 民用航空器事故和飞行事故征候调查**1.8.1.3 现场保护**

备注：CCAR-395 部第 395.29 条

幸存的机组人员应当保持驾驶舱操纵手柄、电门、仪表等设备处于事故后原始状态，并在救援人员到达之前尽其可能保护事故现场。

样题：幸存的机组人员应当在救援人员到达之前如何保护事故现场？

1.8.2 向局方举报与航空安全有关的事件的处理

备注： CCAR-396 部第 396.20 条

向局方举报与航空安全有关的事件按照以下规定进行处理：

1. 举报事件由被举报单位或者个人所在地的民航地区管理局或监管局负责调查；
2. 如果举报事件经调查构成事故、事故征候或其他不安全事件的，负责调查的单位应当在调查结束后3日内，向民航局安全信息主管部门填报“民用航空安全信息最终报告表”；
3. 举报人的合法权益受法律保护。严禁将举报情况透露给有可能对举报人产生不利后果的其他人员和单位。

样题：局方对举报者会提供怎样的保护？

2.1.1 直升机机体结构

备注:

2.1.1.1 主旋翼结构

一、主旋翼系统包括主桨毂与桨叶，根据主桨毂与桨叶的连接形式的不同，主旋翼系统可分为：

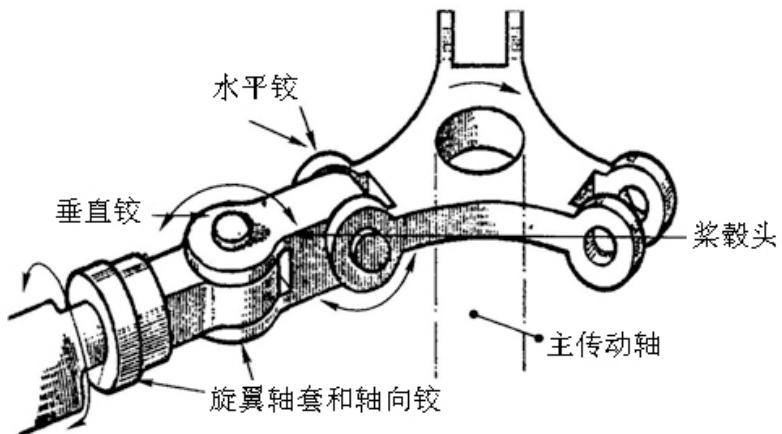
1. 全铰式旋翼系统；
2. 半刚性旋翼系统；
3. 刚性旋翼系统。

二、全铰式旋翼系统中轴向铰、垂直铰、水平铰的功用

1. 轴向铰又称为变距铰，功用是改变旋翼桨距；
2. 垂直铰又称为摆振铰，功用是消除桨叶在旋转平面内的摆动（摆振）引起的旋翼根部弯曲，从而减小结构尺寸；
3. 水平铰又称为挥舞铰，功用是让桨叶挥舞，消除或减小飞行中旋翼出现的左右倾覆力矩。

三、半刚性、刚性旋翼系统的特点

1. 半刚性旋翼系统取消了垂直铰，保留轴向铰和挥舞铰；
 2. 刚性旋翼系统只保留了轴向铰，挥舞和摆振靠桨叶根部弯曲变形实现；
- 有些刚性旋翼系统（无轴承式旋翼系统）取消了轴向铰、挥舞铰和摆振铰，旋翼的变距、挥舞和摆振都靠桨叶根部的扭转和弯曲变形实现。



样题：主旋翼系统的分类？

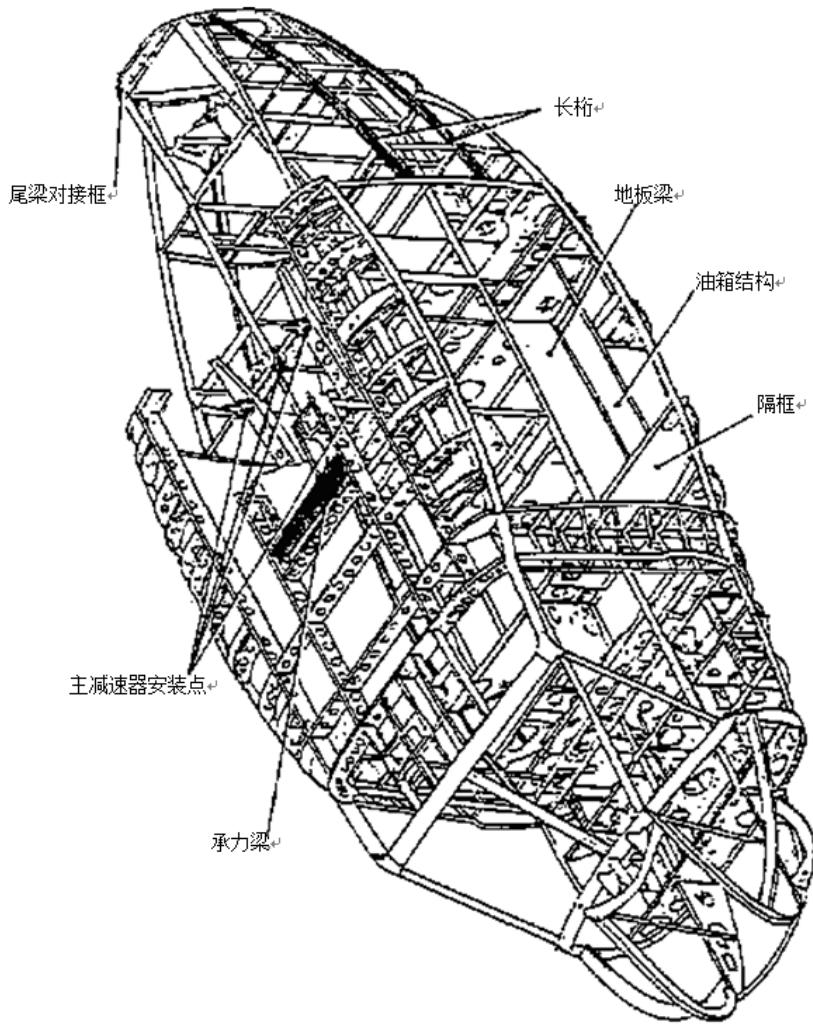
2.1.1 直升机机体结构

备注:

2.1.1.2 机身结构

机身一般由前机身、中机身和尾梁组成。前机身作为驾驶舱用，中机身作为乘客舱或货仓用，尾梁和尾斜梁主要用来安装尾桨及尾桨传动轴等。

机身的基本构件包括：隔框，桁条，梁，蒙皮等。



样题：直升机的机身基本构件包括什么？

2.1.1 直升机机体结构	
2.1.1.3 尾桨结构	备注:
<p>尾桨是用来平衡旋翼的反作用力矩和对直升机进行航向的操纵。</p> <p>尾桨的基本形式有：常规桨叶式、涵道风扇式、无尾式。对于常规桨叶式尾桨，根据尾桨叶与尾桨毂连接方式的不同分为：跷跷板式、万向接头式、无轴承式、铰接式等。铰接式尾桨一般不设置摆振铰，桨叶的材料大部分采用金属或复合材料。</p>	

样题：尾桨的基本形式有哪些？

2.1.1 直升机机体结构 2.1.1.4 振动与平衡	备注:
<p>一、直升机振动根据频率的不同可以分为：低频振动、中频振动和高频振动。</p> <p>低频振动主要来自于主旋翼系统。</p> <p>中频振动主要来自于尾桨系统。</p> <p>高频振动由高速运转部件产生，一般是由发动机引起。</p> <p>二、平衡包括静平衡和动平衡。</p> <p>旋翼可能出现的不平衡：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 由于制造上的误差使各片桨叶对旋翼中心的质量静矩不相等或相邻两片桨叶之间的夹角不相等，引起各片桨叶离心力不能互相抵消，形成纵向及横向的激振力。为此要对桨叶进行静平衡。2. 由于各片桨叶的气动外形、安装角或扭转变形不相等，而引起桨叶的气动不平衡。为此需要对桨叶进行动平衡。	

样题：直升机低频振动主要来自于哪些部件？

2.1.2 直升机传动系统

备注:

2.1.2.1 主减速器

一、传动系统的组成

直升机传动系统主要由减速器以及传动轴和联轴节等部件组成。

二、主减速器的功用

1. 将高转速、小扭矩的发动机功率变成低转速、大扭矩传递给主旋翼。
2. 安装、驱动主桨毂和桨叶；
3. 安装旋翼刹车附件；
4. 驱动尾传动轴和尾旋翼；
5. 驱动主减速器附件齿轮箱；
6. 安装飞行控制部件；
7. 接收多台发动机的输入，实现统一的输出。

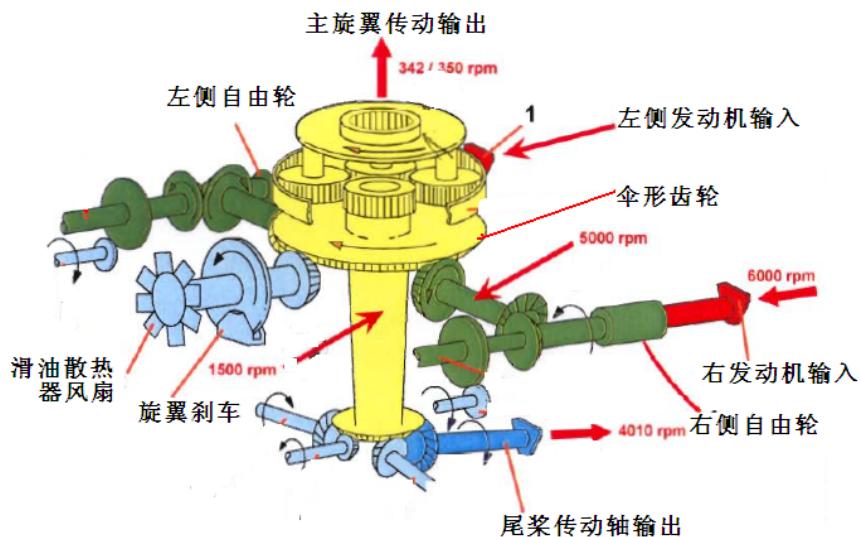
安装有两台（或两台以上）发动机的直升机，不同发动机的输入配合通过主减速器的初级减速同步完成，或者是直接在输入主减速器之前就使用一个组合齿轮箱。这样，来自不同输入源的功率输入即可实现混合后的统一输出了。

三、主减速器的组成

主减速器主要由机匣与齿轮组成。

四、主减速器的工作原理

主减速器借助于齿轮传动来降低发动机输入轴转速，增大输出轴扭矩。由于发动机与主旋翼的转速差越大，旋翼轴的扭矩也越大，齿轮载荷也就越高，为了减轻载荷，就必须采取增加齿轮数量和增大齿轮尺寸的办法，来吸收大扭矩载荷。典型主减速器内部齿轮及轴系传动方式如下图：



样题：直升机主减速器的功用是什么？

2.1.2 直升机传动系统

备注：

2.1.2.1 主减速器（续）

五、主减速器润滑系统的功用

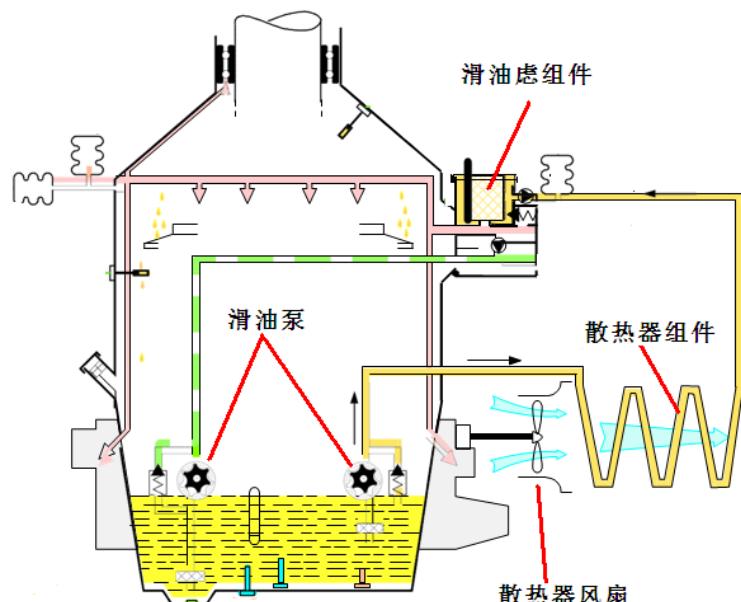
1. 润滑机械啮合部件；
2. 给机械部件降温。

六、主减速器润滑系统的组成

主减速器润滑系统通常包括的主要部件有油泵、油滤、散热装置（热交换器）、系统指示/警告传感器、管路、活门等。

七、减速器润滑系统工作原理

主减速器多采用润滑油经油泵加压、在减速器外部通过散热器冷却后喷入减速器内部润滑、冷却的循环系统。如下图：



八、主减润滑系统监控参数及警告

1. 滑油压力；
2. 滑油温度；
3. 金属屑。

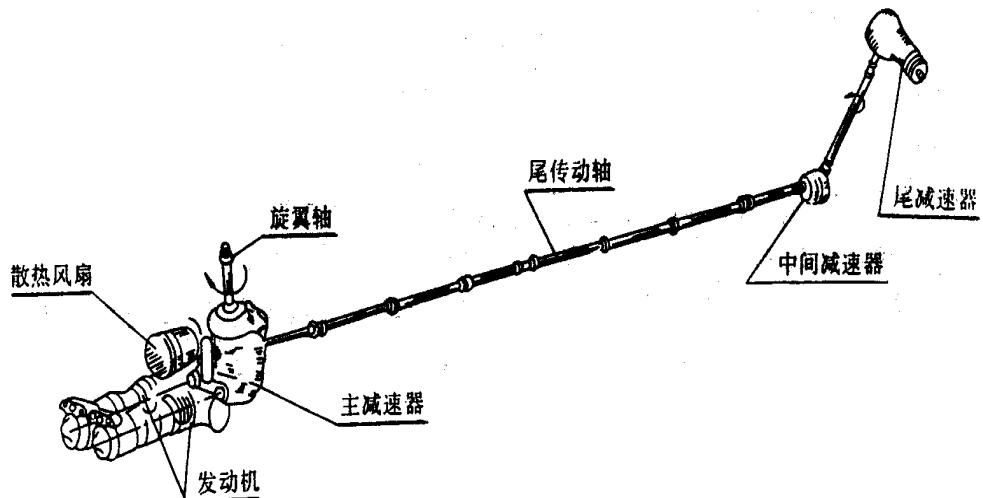
样题：简述主减速器滑油系统的功用。

2.1.2 直升机传动系统

2.1.2.2 中间减速器

备注:

直升机传动系统中除安装有主减速器外，根据位置和功用还安装有中间减速器和尾部减速器。



中间减速器

中间减速器的主要功用是改变尾桨传动轴的传动方向，有的中间减速器还可以进一步降低传输到尾桨的转速。

中间减速器普遍采用湿槽式润滑。



样题：简述中间减速器的功用。

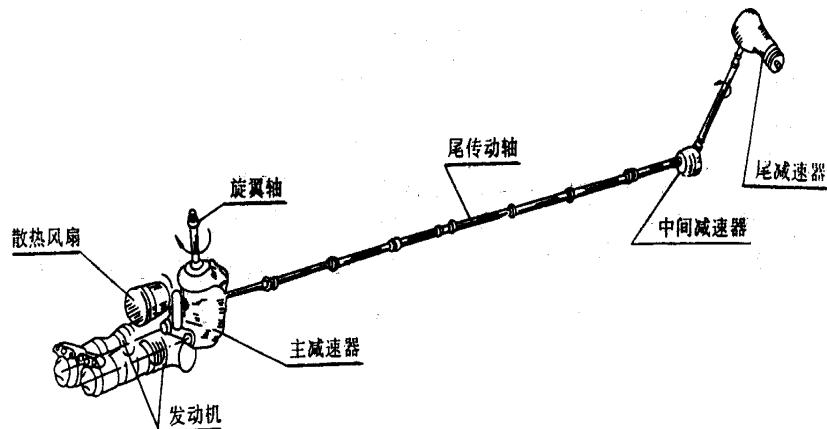
2.1.2 直升机传动系统

备注:

2.1.2.3 尾减速器

尾减速器的主要功用是改变 90° 的传动方向和获得正确的尾桨转速。

尾减速器普遍采用湿槽式润滑。



样题：直升机尾减速器的功用？

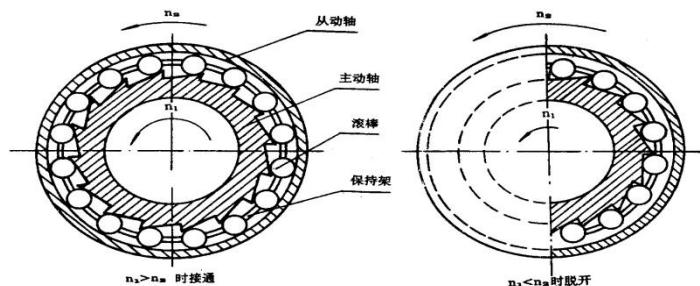
2.1.2 直升机传动系统

备注：

2.1.2.4 自由轮、离合器、旋翼刹车

一、自由轮组件

自由轮组件的功用是防止在发动机输出轴上产生反向的扭矩传递。这样可以防止直升机自转降落过程中旋翼带动发动机以及工作状态发动机向不工作状态发动机传递功率。



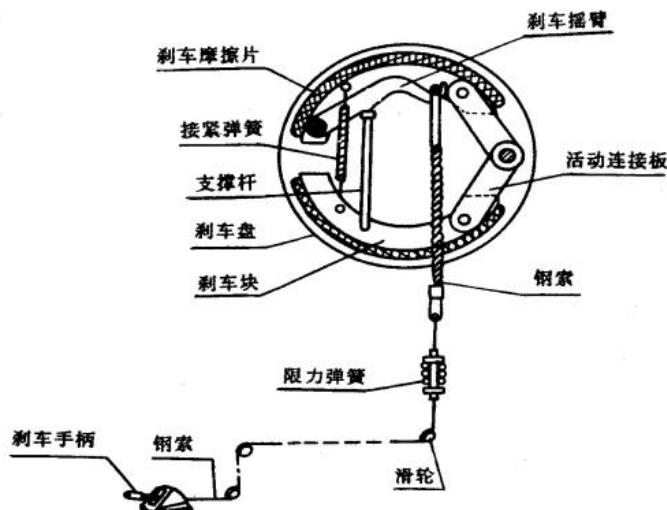
二、离合器

离合器的作用是改善发动机的起动性能。在起动时将发动机和主减速器脱开，发动机起动后再将发动机功率传给旋翼和尾桨，并减少发动机的起动负荷。

三、旋翼刹车

1. 旋翼刹车主要功用是在发动机关车后尽快停止旋翼桨叶的转动或露天停放时保持旋翼静止。

2. 旋翼刹车主要包括两类：液压刹车和机械刹车。



样题：直升机旋翼刹车的类型有哪些？

2.1.3 直升机飞行操纵系统

备注:

2.1.3.1 飞行操纵系统的组成

直升机飞行操纵系统主要由操纵机构、传动机构和驱动机构组成。

一、操纵机构

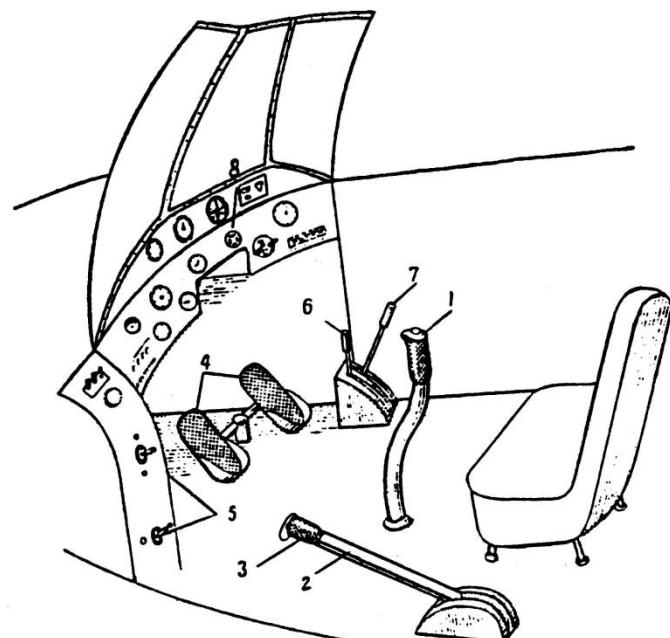
操纵机构包括驾驶杆、脚蹬、总距杆、配平机构。

二、传动机构

传动机构分为软式传动机构和硬式传动机构。

三、驱动机构

驱动机构分为人力驱动机构、液压助力驱动机构。



1—驾驶杆；2—油门变距杆；3—油门调节环；4—脚蹬；5—直升机操纵调整片开关；
6—摩擦离合器操纵杆；7—旋翼刹车手柄；8—仪表板

样题：飞行操纵系统的操纵机构有哪些？

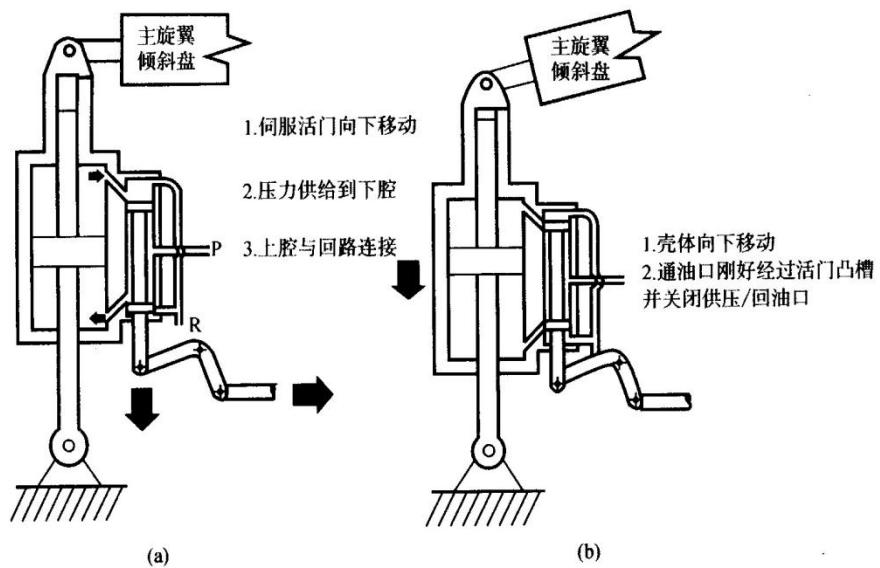
2.1.3 直升机飞行操纵系统

备注:

2.1.3.2 液压助力式操纵系统

现代直升机主要采用助力式主操纵系统，即利用除驾驶员体力以外的能源（如液压助力系统）帮助或代替驾驶员体力操纵。

液压助力式主操纵系统的工作特点：操纵信号由驾驶员发出，最终传递到主旋翼系统及尾桨系统；驱动所需的力主要或全部由液压助力器提供；驾驶员感受到的主操纵力由感力装置（或称为感力定中配平机构）提供。



样题：现代直升机大多使用何种操纵系统？

2.1.3 直升机飞行操纵系统

备注:

2.1.3.3 配平和增稳

一、直升机配平

现代直升机普遍采用液压助力式主操纵系统，其配平操纵的基本原理是通过配平操纵机构控制感力定中配平机构，使该机构重新定中，从而减小或消除操纵力，达到配平的目的。直升机配平通常通过电磁制动器，电动配平作动器来实现。

1. 电磁制动器

电磁制动器是一个卸载机构，安装在机身结构上。通电时，制动器工作并为梯度组件弹簧提供一个固定点，可以为飞行员的操纵提供感觉力。

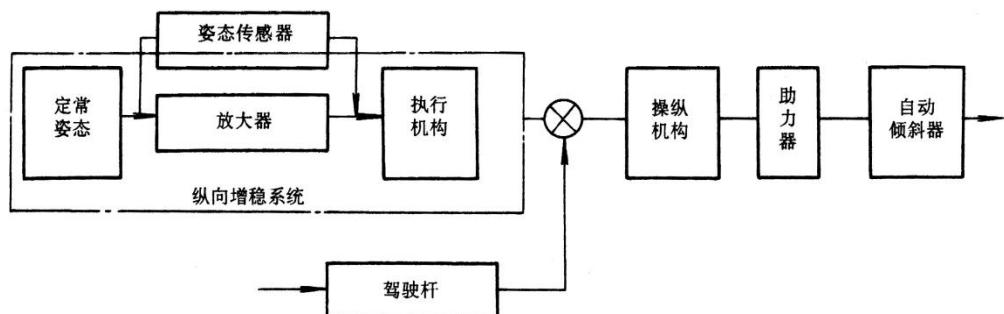
2. 电动配平作动器

电动配平作动器通常可以提供位置指示，在进行操纵系统的调整时就可以确定作动器的中立位。

二、直升机增稳系统

现代直升机大多使用电子机械增稳系统，在地面直升机起飞前开启，直到直升机落地后再关闭，因此在整个飞行过程中当直升机姿态因外界干扰发生变化时，系统能够自动做出修正，从而使直升机恢复到原来的状态，来保证直升机俯仰、翻滚和航向的稳定。

增稳系统的主要部件：放大器、通道监控面板、操纵面板、操纵杆位置传感器、航向微电门、伺服活门等。如图：



样题：直升机增稳系统主要由哪些部件组成？

2.1.4 直升机起落架系统	备注:
2.1.4.1 起落架形式与结构	
<p>一、起落架的功能</p> <ul style="list-style-type: none">1. 在地面对直升机进行支撑2. 吸收着陆时的冲击3. 防止直升机地面共振4. 轮式起落架为直升机提供地面转弯和刹车功能 <p>二、起落架形式</p> <ul style="list-style-type: none">1. 滑橇式起落架2. 浮筒式起落架3. 轮式起落架，轮式起落架又分为固定式和可收放式 <p>三、起落架结构</p> <p>轮式起落装置按结构形式可分为构架式、支柱套筒式和摇臂式三类。</p> <p>轮式起落架按配置形式可分为三种：即前三点式、后三点式和四点式。</p>	

样题：起落架系统形式有哪些？

2.1.4 直升机起落架系统

备注：

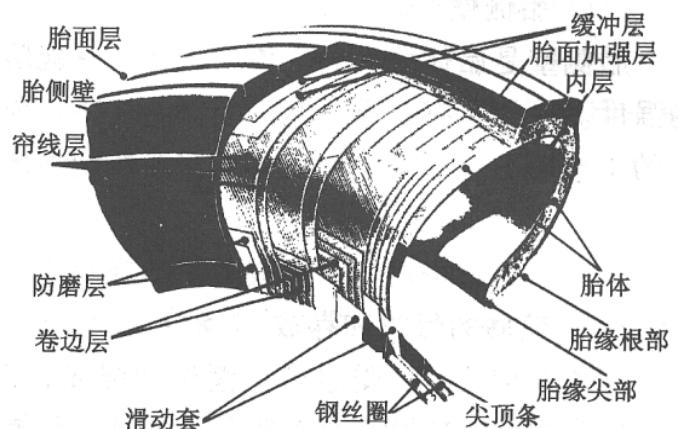
2.1.4.2 轮胎和减震支柱

一、轮胎

轮胎可分为有内胎轮胎和无内胎轮胎。有内胎轮胎气密性较好，但当轮胎气压较低发生错动时，充气嘴可能被切断。通常在轮胎和轮毂上标注红线，便于检查轮胎是否错动。

无内胎轮胎重量轻且冷却性好，充气嘴不会因轮胎错动而受损，但其密封较为困难，应注意检查其气密性。现代大型直升机通常采用此类型轮胎。

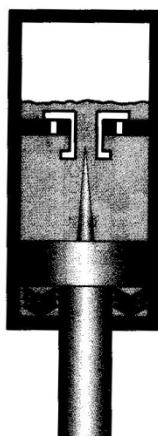
轮胎主要由胎面层、缓冲层、帘线层、气密层和胎缘构成。胎面上沿圆周方向的胎纹具有防滑水的作用。胎面纵向花纹底部的横隔橡胶条用于观察胎面的磨损程度。帘线层是轮胎受力的主要部分，又称为胎体层，由多层涂胶的尼龙帘线构成，帘线层损坏可能引起爆胎。



由于轮胎的周期性变形、地面摩擦及刹车热传导，轮胎可能出现过热现象，导致轮胎气压增大，受载强度降低，容易加速老化，出现脱层、剥离、爆破等。

二、减震支柱

直升机减震支柱一般采用油气式减震支柱，油气式减震支柱的工作原理是：利用气体的压缩变形吸收撞击动能减小着陆撞击力，利用油液高速流过小孔的摩擦消耗能量减弱直升机的颠簸跳动。



样题：简述油气式减震支柱的工作原理。

2.1.4 直升机起落架系统

备注:

2.1.4.3 刹车装置与系统

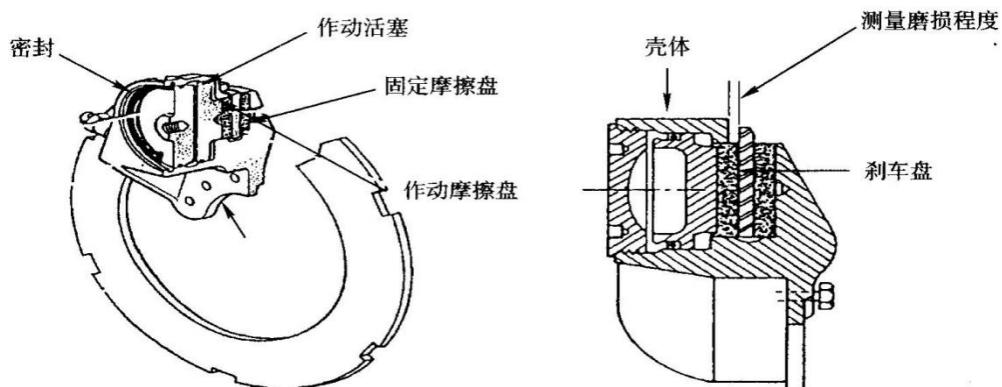
一、刹车装置的功用与类型

直升机刹车装置是用于地面滑行时的减速或地面停留刹车时的制动。直升机通常采用单圆盘刹车装置。

二、刹车组件及工作原理

下图为直升机使用的一种简单的单圆盘式刹车装置。

刹车盘与机轮利用键槽形式配合在一起并在摩擦盘之间转动。当操作刹车时，液压被供应到作动筒并且使作动活塞推动摩擦动盘向刹车盘施加压力。刹车盘被挤压在动作的和静止的摩擦盘之间阻止机轮转动。当刹车操作结束时，作动活塞收回，刹车盘又可以在摩擦盘之间自由转动了。



三、机轮刹车系统

1. 使用正副驾驶的脚蹬使作动筒内的液压油经系统控制活门直接到达刹车组件进行机轮刹车。
2. 停留刹车由驾驶舱中央操纵台上的停留刹车手柄操纵，由停留刹车控制活门控制。
3. 刹车系统通常设置有刹车蓄压器，如果正常的液压系统失效时，刹车蓄压器可以提供有限的几次刹车，同时蓄压器在地面直升飞机没有运转时可提供停留刹车压力。

样题：直升机常使用什么类型的刹车？

2.1.5 直升机液压系统 2.1.5.1 直升机液压系统的功能及特点	备注:
样题：简述直升机液压系统的主要功用。	

2.1.5 直升机液压系统	备注:	
2.1.5.2 液压系统主要部件及功能		
<p>一、液压油箱 功能：储存液压油并给系统供油。</p> <p>二、液压油泵 液压油泵一般由主减速器驱动，有的由电机驱动。 功能：从油箱吸油加压送入供压管路。</p> <p>三、液压油滤 功能：滤除液压油中的机械杂质和污染物，保证液压油清洁。</p> <p>四、蓄压器 蓄压器设置在液压系统的供压管路上，利用气体压缩吸收、储存能量，利用气体膨胀输出液压油。 功能：减小系统压力波动，辅助供压，作为应急能源。</p> <p>五、液压作动筒 液压作动筒产生直线往复运动输出。 功能：将压力能转换为机械能输出传动部件。</p> <p>六、控制活门 控制液压油流向、压力和流量。</p>		
样题：简述直升机液压系统的主要组成部件。		

2.1.5 直升机液压系统	备注:	
2.1.5.3 液压系统的控制与指示		
<p>液压系统的控制与指示主要包括下面的内容：</p> <p>一、油箱油量指示 液压油箱中的油量传感器为驾驶舱油量指示器提供信息源。</p> <p>二、油箱低油量警告 当油箱油量过低时发出油箱低油量警告。</p> <p>三、系统压力指示 指示系统压力。</p> <p>四、液压低压警告 当系统压力低于一定值时发出警告信号。</p> <p>五、液压油泵的控制电门</p>		
样题：液压系统常见工作状态指示有哪些？		

2.1.6 直升机燃油系统 2.1.6.1 直升机燃油系统的功用	备注:
<p>燃油系统功用：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 存储燃油：油箱中存储着飞行任务所需的全部燃油。2. 可靠供油：燃油系统能在各种规定的飞行状态和工作条件下保证安全可靠地将燃油供向发动机。3. 调节重心：通过燃油系统，可调整直升机横向和纵向位置重心。4. 冷却：燃油可作为冷却介质，冷却滑油和液压油和其他附件。	
样题：简述燃油系统的功用。	

2.1.6 直升机燃油系统	备注:
2.1.6.2 燃油的种类和特性	
<p>活塞式发动机主要使用航空汽油。现代活塞式发动机广泛采用 Avgas100LL 航空汽油，100 代表巡航状态下油气混合气的辛烷值为 100，LL 表示低铅 (low-lead)。</p> <p>涡轴发动机主要使用航空煤油。涡轴发动机燃油应当符合严格的技术条件，以获得最佳的发动机性能、经济性、安全性和发动机总寿命。</p> <p>涡轴发动机主要使用代号为 JetA、JetA-1 和 JetB 的喷气燃料。</p> <p>燃油中可能含有水分及微生物等杂质，通常使用燃油滤过滤其中的杂质。</p> <p>燃油中通常有防冰和防微生物添加剂。防冰添加剂防止燃油中夹带的水结冰；防微生物添加剂防止微生物累积，堵塞油滤和燃油管并腐蚀燃油系统部件。</p>	
样题：燃油为什么需要添加防冰添加剂？	

2.1.6 直升机燃油系统

备注：

2.1.6.3 直升机燃油系统主要部件及功能

一、燃油箱

按结构分类：结构油箱、硬壳式油箱和软油箱。

油箱通气目的：消除油箱内外压差，保证供油和加油顺利；排出燃油蒸汽，防止形成爆燃条件。

二、燃油泵

增压泵：向发动机提供一定压力的燃油，一般为浸入式电动离心泵。

三、燃油滤

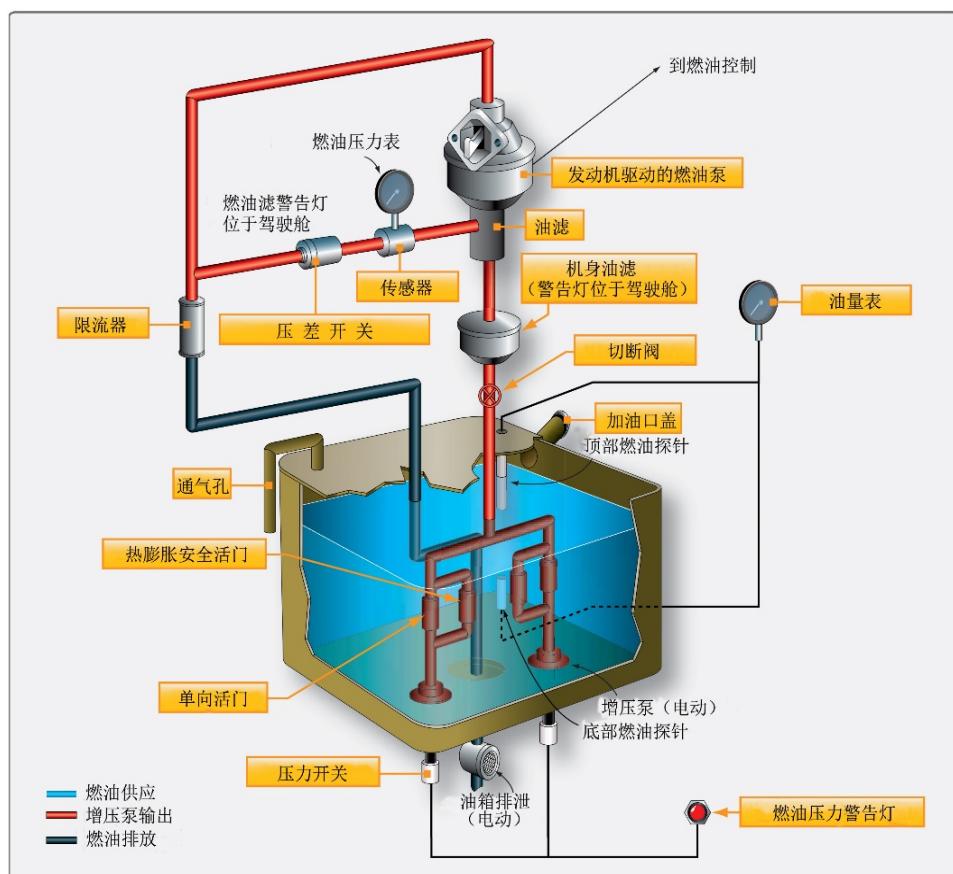
分为粗油滤和细油滤，作用是滤除燃油中的机械杂质和水分，保证油液清洁。

燃油滤具有旁通功能，油滤旁通时驾驶舱中提供有油滤堵塞信号灯指示。

四、控制活门

油箱选择活门：用于选择供油油箱。

燃油关断活门：正常供油时打开，发动机停车或灭火时被关断。切断发动机供油。



样题：直升机燃油系统的主要部件？

2.1.6 直升机燃油系统

备注:

2.1.6.4 直升机燃油系统的控制与指示

一、增压泵电门

控制电动增压泵的接通与断开。

二、燃油关断手柄

应急情况下切断发动机燃油供给。

三、燃油量表

通常采用电容式油量传感器，以磅或公斤为单位指示油量。

四、增压泵工作灯或低压警告灯

有些直升机增压泵工作正常时有相应绿灯指示。

当泵出口压力低于正常值时低压警告灯亮。

五、燃油滤堵塞信号灯

表示相应油滤滤芯堵塞并处于旁通状态，驾驶员应做好飞行记录。



样题：燃油系统相应的指示有哪些？

2.1.7 直升机防火系统	备注:
2.1.7.1 失火种类及灭火剂	
<p>一、失火种类</p> <p>A类火：纸、木材、纤维、橡胶、塑料等易燃物品着火。</p> <p>B类火：燃油、滑油等油类或易燃气体着火。</p> <p>C类火：通电电器短路引起的着火。</p> <p>D类火：易燃金属着火。通常由A、B或C类火引起。</p> <p>二、常用灭火剂及适用范围</p> <p>水或水基灭火剂：只适用于A类火的灭火。</p> <p>卤代烃灭火剂：如溴氯二氟甲烷和溴三氟甲烷，适用于A、B、C类火的灭火。</p> <p>干粉灭火剂：如碳酸氢钠，主要用于D类火的灭火，特别适用于机轮刹车灭火，也可用于直升机货舱灭火。</p> <p>惰性冷却气体灭火剂：如二氧化碳和氮气，适用于A、B、C类火的灭火。</p>	
样题：水基灭火剂是否适用于B类火的灭火？	

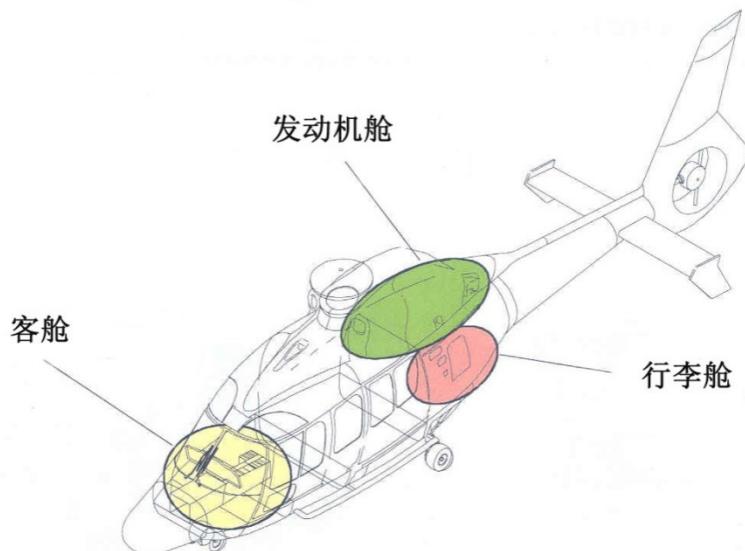
2.1.7 直升机防火系统

备注:

2.1.7.2 防火系统的组成和功用

防火系统分为火警探测系统和灭火系统两部分。

主要防火区域有：驾驶舱和客舱、发动机舱及货舱（行李舱）

**一、火警探测系统**

火警探测系统通常由火警探测器、火警监控组件和火警信号装置三个部分组成。

火警探测器主要是通过温度和烟雾来探测火情。火警探测系统是对发动机和直升机机体潜在的着火区域的火警温度、过热温度、烟雾浓度和高压热空气泄漏等状况进行监控，一旦监控数据达到警告值，立即发出灯光目视警告和声响警告，并且显示需要采取措施的具体部位。

二、灭火系统

灭火系统分为固定式灭火系统和手提式灭火器。

固定式灭火系统是固定安装在直升机发动机舱或货舱的专用灭火系统，由灭火瓶、释放活门、喷射导管和灭火控制组件组成。当出现火警，可通过驾驶舱内相应的灭火开关控制各区域的灭火，即驾驶员操纵灭火电门控制灭火瓶释放灭火剂，灭火管路将灭火剂导向灭火区喷出。

手提式灭火器用于直升机驾驶舱和客舱灭火。

样题：简述直升机灭火系统的组成。

2.1.8 直升机应急设备

备注:

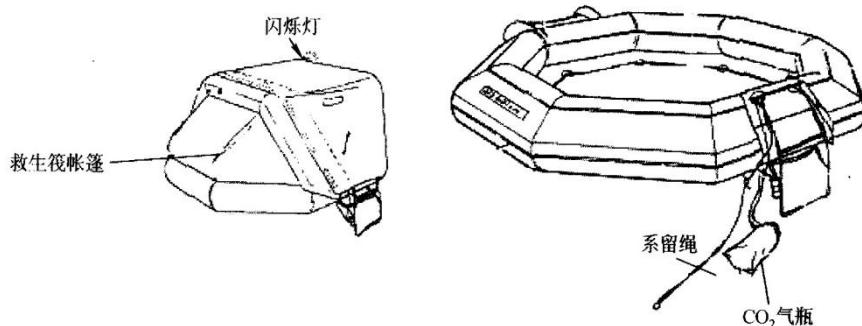
2.1.8.1 应急出口/救生筏

一、应急出口

直升机的驾驶舱门和客舱门（或窗）可以作为应急出口。应急出口有一定的尺寸要求，必须易于识别，有足够的照明标识，容易打开，这样以确保直升机在应急情况下人员可以快速地撤离。应急出口灯要有清楚的标识，可以人工或自动打开。

二、救生筏

用于迫降水上的机上乘员撤离使用。救生筏储存在一个专用包装内，当需要其工作时，救生筏将从直升机上弹出或被人工抛出，并通过一条绳索与直升机连接。当救生筏被抛离直升机后，通过一个充满压缩气体的储压瓶释放压力使其自动充气到工作状态。救生筏内包括维修工具包，舀水勺，人工充气设备，渗漏堵塞器，手提式无线电航空信标，饮用水和食品等。



样题：直升机应急出口有哪些？

2.1.8 直升机应急设备	备注:
2.1.8.2 应急定位发射机（ELT）	
<p>一、功用 在直升机发生意外着陆和落入水中之后，应急定位发射机帮助搜寻营救人员查找直升机的位置。</p> <p>二、分类</p> <ol style="list-style-type: none">1. 固定式应急定位发射机 固定式应急定位发射机一般安装于直升机后部，通过机身后部的小天线向外发射 121.5MHz 和 406MHz 的信号，有的还发射 243MHz 信号。应急定位发射机靠内部电池供电，它至少能工作 48 小时。2. 便携式应急定位发射机 便携式应急定位发射机以两个国际上规定的紧急频率发射无线电信号，接收范围大约为 200 海里，所以，如果直升机失事在这一范围内，营救人员就可以找到直升机。	

样题：固定式应急定位发射机使用的频率都有哪些？

2.2.1 直升机动力装置分类	备注：
直升机动力装置分为：航空活塞发动机和航空涡轴发动机。	
样题：直升机动力装置有哪些类型？	

2.2.2 航空活塞发动机的组成与工作

备注:

2.2.2.1 航空活塞发动机的分类和组成

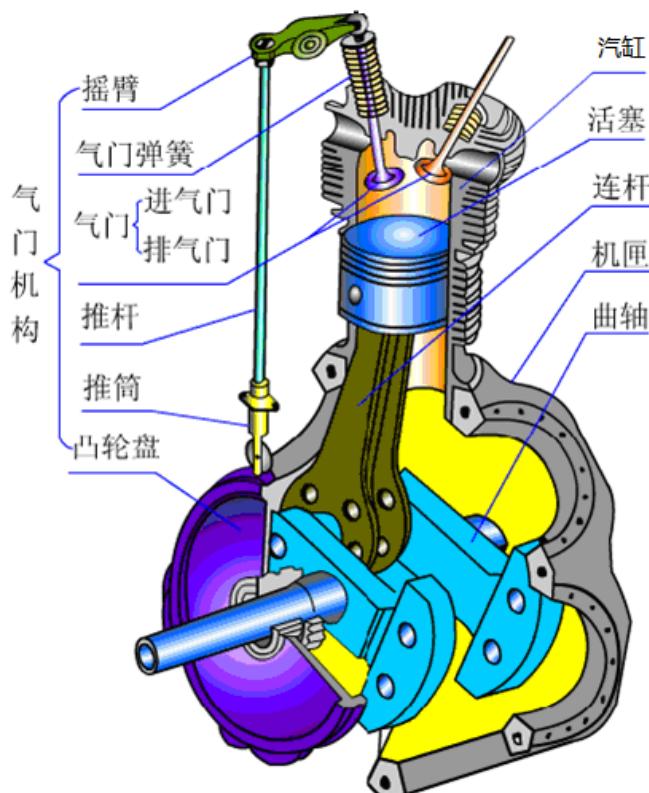
一、航空活塞发动机的分类

1. 按照基本工作原理分为：四行程发动机和二行程发动机，目前使用的航空活塞发动机以四行程发动机为主；
2. 按混合气形成的方式分为：汽化器式发动机和直接喷射式发动机；
3. 按空气进入汽缸前是否增压分为：吸气式发动机和增压式发动机；

二、航空活塞发动机基本组成

主要机件：汽缸、活塞、连杆、机匣、曲轴、气门机构。

主要系统：燃油系统、滑油系统、散热系统、点火系统、起动系统。



样题：航空活塞发动机的主要组成机件有哪些？

2.2.2 航空活塞发动机的组成与工作

备注：

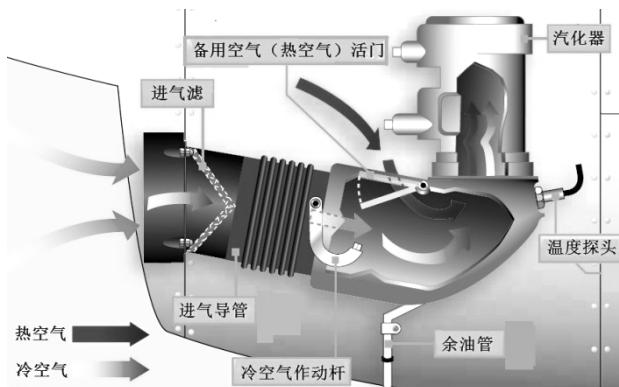
2.2.2.2 活塞发动机的进气和排气装置

一、活塞发动机的进气装置

发动机工作时，要消耗大量的空气，进气装置的作用：一是把足够的空气，以尽可能小的能量损失，导入发动机并将空气或混合气均匀分配到各个气缸；二是能够消除吸入空气中所含的尘土和杂质；三是要防止进气通道内结冰；四对于增压式发动机，还要在必要的时候增加进气压力，以提高发动机的有效功率。

活塞发动机的进气装置分为：增压式发动机和吸气式发动机；

典型的吸气式发动机，外界空气通过发动机包皮上的进气口进入，经进气滤过滤后用管道引入汽化器或燃油注射器，再经进气歧管和进气门进入气缸。如图所示。进气滤防止灰尘和其他外来物进入发动机。过滤后的空气进入燃油计量装置（汽化器或者燃油喷射器），节气门在此处控制进入发动机的空气流量，从节气门出来的空气压力称为进气压力，单位通常是英寸汞柱，并用它来衡量发动机功率的输出。



增压式发动机的进气系统，比吸气式发动机增加了增压装置。发动机增压是指增大发动机的进气压力，增大进气压力可以增加发动机的有效功率，以改善飞机的起飞性能和发动机的高空性能。但是，由于增压器的增压使气缸的进气温度升高，经过压缩行程使气缸内的气体温度更高，因而，与吸气式发动机相比，增压式发动机更容易发生爆震。

二、活塞发动机的排气装置

排气装置的作用首先是要收集并顺利地将发动机废气排入大气；其次要进行排气消音，降低噪音；除此之外排气装置还有以下功能：

1. 废气利用

(1) 发动机排气装置中装有热交换器，利用废气的能量来加温空气。

热空气用于：驾驶舱加温、汽化器加温、风挡除雾辅助的防冰、除冰等。

(2) 有的发动机设计有废气涡轮，用于驱动一进气压气机，以提高发动机功率和经济性。

2. 排气加温系统渗漏指示

加温系统出口可以选装一氧化碳传感器。当加热空气中的一氧化碳超标，驾驶舱内的警告灯会给出告警。

样题：衡量吸气式发动机功率大小的参数有哪些？

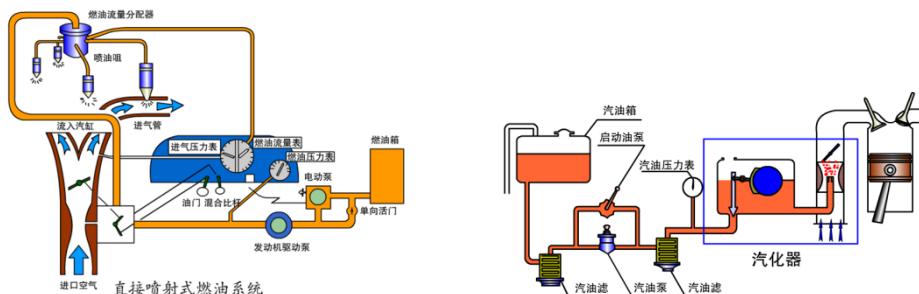
2.2.2 航空活塞发动机的组成与工作 2.2.3 活塞发动机的不正常工作	备注:
<p>航空活塞发动机的不正常工作有：过贫油燃烧、过富油燃烧、早燃和爆震</p> <p>一、过贫油燃烧预防 航空活塞发动机在低温条件下起动，汽油不易气化，混合气容易过贫油。低温起动时注油应稍多些。</p> <p>二、过富油燃烧预防 航空活塞发动机起动时，避免注油太多。</p> <p>三、早燃预防 避免汽缸头温度过高； 防止过富油燃烧导致汽缸内部积碳。</p> <p>四、爆震预防 1. 按规定使用燃料； 2. 操作航空活塞发动机时，不可使进气温度过高； 3. 大功率状态工作时间不能太长，使用最大进气压力的时间不超过规定的时间； 4. 航空活塞发动机汽缸头温度不能超过规定值； 5. 避免航空活塞发动机积碳。</p>	样题：为什么在低温条件下启动航空活塞发动机时要多注油？

2.2.3 航空活塞发动机的燃油系统

备注：

2.2.3.1 燃油系统的分类、功能和组成

一、航空活塞发动机燃油系统分为直接喷射式燃油系统(下图左图)和汽化器式燃油系统(下图右图)。



二、航空活塞发动机燃油系统的功能

储油、供油、燃油计量，并保证燃油的雾化与汽化。

三、航空活塞发动机燃油系统的组成

油箱、燃油增压泵、燃油选择开关、油泵、燃油滤、燃油计量装置、燃油系统指示与告警。

增压泵：是辅助的电动燃油泵，可实现有效的连续供油，减少油压波动。

样题：航空活塞发动机燃油系统有哪些类型？

2.2.3 航空活塞发动机燃油系统 2.2.3.2 混合比调节	备注:
<p>一、混合比杆的功用 混合比调节装置允许通过操纵混合比杆（开关）对混合气余气系数进行精确的修正和实现发动机停车。</p> <p>二、混合比调节</p> <ol style="list-style-type: none">1. 前推或向某个方向旋转混合比杆时，混合气变富油。反之后拉，则混合气变贫油。2. 当油门在慢车位时，收混合比杆到最后或向某个方向旋转到慢车关断位时，可以使发动机停车。3. 为防止燃油泄漏引起着火或燃油系统损失，发动机不工作时混合比操纵在慢车关断位置。 <p>样题：为什么要进行混合比调节？</p>	

2.2.3 航空活塞发动机燃油系统

备注:

2.2.3.3 汽化器积冰与加温

一、汽化器积冰

1. 积冰的原因

- (1) 燃油汽化吸热;
- (2) 高速气流流过文氏管时温度降低。

2. 积冰的危害

- (1) 降低发动机功率、严重的积冰导致无法操纵;
- (2) 发动机工作不稳定;
- (3) 冰块脱落而打坏进气通道内的机件。

3. 易积冰的条件

- (1) 外界大气的温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +20^{\circ}\text{C}$ 之间;
- (2) 可见的湿气（云中或降水中）或大气中相对湿度大于 80%。

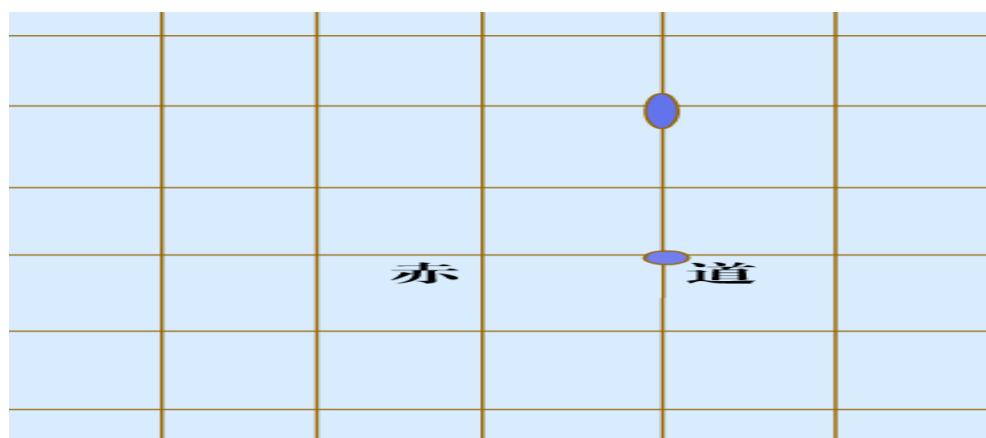
二、汽化器加温

当存在积冰条件时，应接通汽化器加温装置。

汽化器加温后对航空活塞发动机性能的影响：

- 1. 发动机的功率有所减小;
- 2. 混合气偏富油;
- 3. 可能引起早燃、爆震等不正常燃烧

汽化器空气温度表用于确定是否接通汽化器加热。使用汽化器加热，应保持温度指针在黄区范围外。



样题：汽化器易积冰的条件是什么？

2.2.3 航空活塞发动机燃油系统	备注:
2.2.3.4 燃油系统的指示与告警 <p>燃油系统指示仪表：包括燃油量表，燃油压力表，燃油流量表。</p> <p>燃油系统告警：低燃油量告警、燃油压力低告警、燃油滤堵塞告警和汽化器空气温度告警等。</p>	
样题：燃油选择开关在飞机上的安装位置及功用是什么？	

<p>2.2.3 航空活塞发动机燃油系统</p> <p>2.2.3.5 燃油管理</p>	备注:
<p>燃油的使用</p> <ol style="list-style-type: none">1. 加注正确规格与牌号的燃油;2. 正确使用燃油添加剂。 <p>样题：燃油使用需要注意哪些事项？</p>	

2.2.4 航空活塞发动机滑油系统

备注：

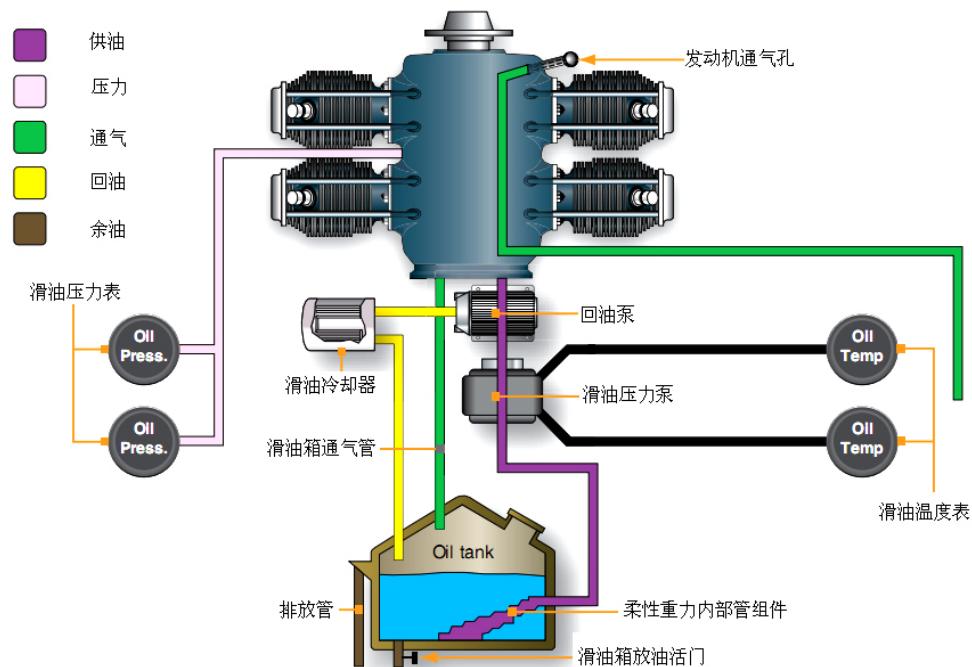
2.2.4.1 滑油系统的功用及基本组成

一、滑油系统的基本功用

保证发动机机件的润滑、散热和清洁等。

二、滑油系统的基本组成

储油器（或油箱）、油泵、油滤、散热器、系统指示仪表（滑油压力表、滑油温度表等）、告警。



样题：滑油系统的基本功用是什么？

<p>2.2.4 航空活塞发动机滑油系统</p> <p>2.2.4.2 滑油系统的指示、告警与工作监视</p> <p>一、系统指示仪表 滑油压力表、滑油温度表等。 滑油系统参数监视包括： 1. 滑油消耗量监视 飞行前，按规定检查和补充滑油（按需要）。 发动机正常工作下，滑油会不断消耗。如果发现滑油内消耗量突然变大，应检查发动机或滑油系统是否有泄漏或严重磨损。 不同牌号滑油不可混合使用。 2. 滑油温度 温度过高或过低都会加大磨损。 滑油温度过高的处置：降低功率、使混合气变富油 3. 滑油压力 滑油压力低于最低压力限制，系统发出警告。 当出现低滑油压力告警的处置： (1) 判断是否为仪表故障；一旦确认滑油压力低，应立即就近着落。在地面应立即停 车。 (2) 压力低且温度异常变化，应就近着陆； (3) 发动机起动在规定时间内无滑油压力应立即关车。 二、系统告警 滑油压力低告警、滑油温度高告警。</p>	备注：
样题：滑油系统参数监视包括哪些内容？	

2.2.5 航空活塞发动机散热系统 2.2.5.1 散热系统的功用及组成	备注:
<p>一、散热系统的功用 利用冷却介质吸收和带走汽缸的部分能量，保持发动机汽缸头温度在规定范围。</p> <p>二、散热系统的组成 气冷式冷却系统由散热片、导风板、整流罩和散热风门等组成。</p>	

样题：航空活塞发动机散热系统的功用是什么？

2.2.5 航空活塞发动机散热系统 2.2.5.2 汽缸头温度的影响因素和调节	备注:
<p>一、影响汽缸头温度的主要因素 影响汽缸头温度的主要因素包括发动机转速、进气压力、混合气余气系数、提前点火角、压缩比、冷却空气的温度和流量。</p> <p>二、汽缸头温度的调节 调节汽缸头温度通常采用的措施有：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 调整发动机的功率；2. 调节混合气的余气系数；3. 调整散热空气的流量。	

样题：调节汽缸头温度通常采用的措施有哪些？

2.2.6 航空活塞发动机启动系统	备注:	
2.2.6.1 启动系统的基本组成和工作		
<p>一、启动系统的功用 将发动机从静止状态加速到慢车工作状态。</p> <p>二、启动系统的类型 航空活塞式发动机的启动方式通常采用直接式启动机和间接式启动机，目前广泛使用的是直接式电启动机。</p> <p>三、启动系统的组成</p> <ol style="list-style-type: none">1. 启动机2. 启动注油装置3. 启动点火装置 <p>四、启动机工作原理 启动机是一个串激电动机，它的激磁绕组是与电枢绕组串联的，串激电动机的扭矩随转速变化规律是：开始启动时，转速低而扭矩大，以后扭矩就随转速的增大而减小，这一特性很适合发动机启动的要求。</p>		
样题：航空活塞发动机启动系统主要组成部件有哪些？		

2.2.6 航空活塞发动机启动系统 2.2.6.2 启动过程及注意事项	备注:
<p>一、启动过程</p> <p>启动前，接通总电门和有关电门，检查电压指示，电压不可过低，否则启动机功率不足难以将发动机启动起来；打开油箱开关；启动时，首先利用注油器向发动机注油，注油完毕要及时关闭注油器，继而操纵启动开关将发动机启动起来。启动后，使用油门杆将发动机调至暖机转速。</p> <p>二、启动过程中的注意事项</p> <ol style="list-style-type: none">1. 启动时的注油量要适当；2. 要注视各种仪表的指示，特别是注视滑油压力表，在启动后特定时间内是否达到规定的滑油压力，若滑油压力表无指示或未满足规定的指示值，应当立即停车检查；3. 电动启动机的连续工作时间应在限制时间之内，否则，电动机会过热甚至烧毁；4. 如果发生汽化器回火或其他反常现象，应根据发动机操作手册的要求及时果断地进行处理。	
样题：启动过程中的注意事项有哪些？	

2.2.7 航空活塞发动机点火系统

备注:

2.2.7.1 点火系统的基本组成和工作

一、组成

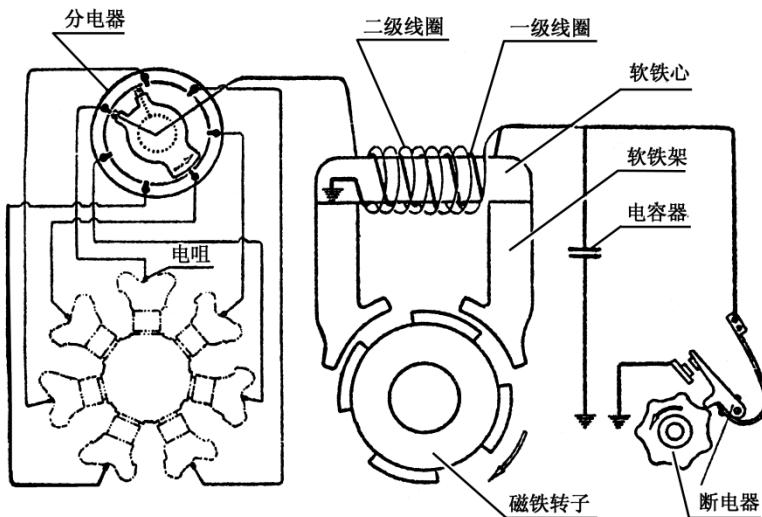
现代大多数活塞发动机点火系统都由磁电机、磁电机开关、高压导线、电嘴等组成，某些点火系统还有启动加速器、启动线圈或振荡器用于启动点火。

二、工作原理

磁电机产生高压电是运用电磁感应的原理来实现的。磁电机利用上述方式来产生低压电。然后再用断电器断开低压电路的方法，使一次线圈的低压电流和伴随低压电流而发生的电磁场迅速消失，从而使二次线圈的磁通发生剧烈的变化，产生足够高的感应电动势。

低压电路——包括一级线圈、断电器和电容器。用以产生低压感应电流（即低压电流）；并在适当时机将低压电路断开，使低压电流的电磁场迅速消失。

高压电路——包括二级线圈和分电器，用以在低压电路断开时，产生高压感应电流（即高压电）；并将高压电按发动机的点火次序输送至各汽缸的电嘴，如下图所示。



样题：航空活塞式发动机点火系统的组成部件有哪些？

2.2.7 航空活塞发动机点火系统

备注:

2.2.7.2 磁电机检查及磁电机开关的使用

一、磁电机检查

磁电机开关用来操纵磁电机产生或不产生高压电。常见的磁电机开关有按钮式和钥匙式。某些磁电机开关还和启动开关组合在一起，称为启动点火开关或磁电机/启动开关。活塞发动机一般安装两个磁电机，每个汽缸安装两个电嘴，即采用双点火装置。一个磁电机只提供每个汽缸上的一个电嘴点火。两个磁电机独立工作。磁电机开关并联在低压电路上。为了保证点火可靠以及发动机功率正常，所以要进行点火系统的磁电机检查。转换磁电机开关到一个磁电机工作时，因另一磁电机所连电嘴停止点火而导致燃烧效率降低，所以发动机转速下降。

在进行磁电机检查时，扭矩压力指示降低也是转速下降的最好证明。

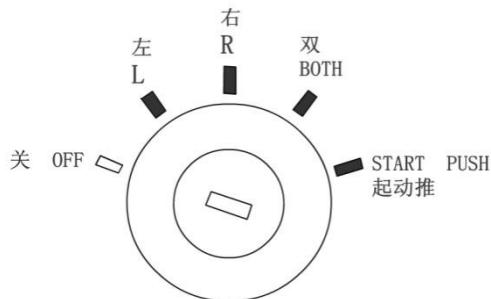
通过下降的转速与已知标准比较，可以判断下列情况：

1. 磁电机定时是否合适；
2. 由发动机工作平稳状态来确定相关系统的性能是否良好；
3. 点火导线连接是否牢靠；
4. 电嘴工作是否正常。

二、磁电机开关的使用

磁电机/启动开关有五个位置，如下图所示。

1. 向里推磁电机开关钥匙，向右转到“启动”位置（即前推右转）接通启动线路，发动机爆发后，松开钥匙，自动跳到“双磁”（BOTH）位置；
2. 磁电机开关在“双”位置，左、右磁电机的低压电路都在关断位置，两个磁电机都能产生高压电。正常飞行时使用该位置；
3. 磁电机开关在“右”位置，右磁电机低压电路在开关处断开，右磁电机产生高压电；而左磁电机在开关处与地线接通，左磁电机不产生高压电；
4. 磁电机开关在“左”位，左磁电机的低压电路在开关处断开，左磁电机能产生高压电；而右磁电机的低压电路在开关处与地线接通，右磁电机不产生高压电；
5. 磁电机开关在“关”位，两个磁电机的低压电路都在开关处与地线接通，两个磁电机都不产生高压电。停车时使用该位置。



样题：如何使用磁电机开关？

2.2.7 航空活塞发动机点火系统 2.2.7.3 发动机启动时的点火	备注:
启动点火时使用机载蓄电池提供电源来启动发动机，当数次未能成功启动发动机或机载蓄电池电压偏低或飞机未装蓄电池的情况下，则使用地面电源来启动发动机。	

样题：启动点火时使用的电源是什么？

2.2.8 航空活塞发动机操纵和监控 2.2.8.1 功率及影响因素	备注:
<p>发动机的功率大小是衡量发动机性能的主要指标，主要用进气压力、转速表示。 影响功率的因素包括：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 进气压力和进气温度2. 提前点火角3. 曲轴转速4. 滑油温度5. 混合气余气系数6. 阻力功率	
样题：发动机功率大小的衡量指标是什么？	

2.2.8 航空活塞发动机操纵和监控 2.2.8.2 工作指示参数	备注:
<p>发动机主要的工作状态指示参数:</p> <ol style="list-style-type: none">1. 滑油压力;2. 滑油温度;3. 燃油压力;4. 汽化器空气温度 (汽化器式发动机);5. 汽缸头温度 (用于气冷式发动机);6. 排气温度;7. 进气压力;8. 发动机转速;9. 燃油油量;10. 滑油油量。	

样题：活塞式发动机主要的工作指示参数有哪些？

2.2.8 航空活塞发动机操纵和监控 2.2.8.3 活塞发动机操纵及注意事项	备注:
<p>一、活塞发动机操纵</p> <ol style="list-style-type: none">1. 启动;2. 停车;3. 试车;4. 不同飞行阶段的功率设置。 <p>二、注意事项</p> <ol style="list-style-type: none">1. 要时刻注意监视滑油温度表和汽缸头温度表;2. 推、拉油门杆的动作要柔和;3. 要正确控制油气比;4. 落地关车之前, 不可长时间运作发动机;5. 慢车工作时间不宜过长。	
样题：活塞式发动机操纵时的注意事项有哪些？	

2.2.9 涡轴发动机

备注：

2.2.9.1 涡轴发动机基本组成及工作

一、组成

涡轴发动机由进气道、压气机、燃烧室、涡轮和尾喷管等基本组件组成。

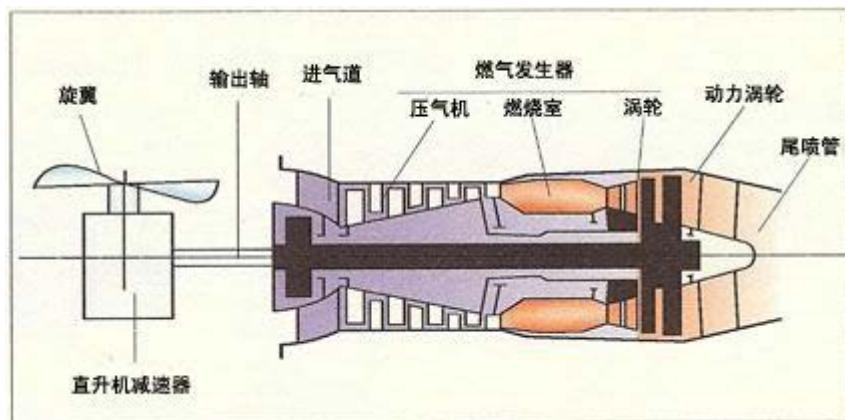
二、主要工作系统

涡轴发动机主要工作系统包括：燃油系统、滑油系统、点火系统、起动系统、附件齿轮系统等。

三、工作过程

外界空气经过了进气道，经压气机压缩，进入燃烧室与燃油混合燃烧，产生高温高压的燃气，高温高压的燃气流经压气机涡轮时膨胀并对涡轮做功。

燃气再流经动力涡轮，并对动力涡轮（也被称为自由涡轮）做功，其输出功率由部分燃气膨胀做功产生，通过传动轴、减速器等带动直升机的旋翼及尾桨旋转。



样题：涡轴发动机由哪些组件组成？

2.2.9 涡轴发动机 2.2.9.2 涡轴发动机的操纵	备注:
<p>涡轴发动机的操纵控制的主要内容：</p> <p>一、燃油流量控制</p> <ol style="list-style-type: none">1. 功率控制；2. 过渡控制；3. 安全限制，包括：最大转速限制、贫油熄火限制、涡轮前燃气总温限制、压气机喘振边界限制。 <p>二、空气流量控制</p> <ol style="list-style-type: none">1. 涡轮间隙控制；2. 冷却控制；3. 多发动机负载匹配控制。	

样题：涡轴发动机控制的主要内容有哪些？

2.2.9 涡轴发动机 2.2.9.3 涡轴发动机的监控	备注:
<p>涡轴发动机的监控主要内容：</p> <p>一、燃油系统监控</p> <p>燃油系统提供的指示取决于不同发动机的类型，主要有：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 燃油滤堵塞警告：如果油滤堵塞，警告灯亮。2. 燃油压力指示和燃油压力警告：当进入高压燃油泵的燃油压力低于规定值，警告灯亮。3. 燃油流量：测量供往发动机的燃油流量，单位为公斤/小时、磅/小时或加仑/小时。 <p>二、排气温度监控</p> <p>排气温度反映了发动机的性能和机件的热负荷程度，也是发动机工作中主要的限制参数，在发动机工作时要随时留意监控。</p> <p>三、滑油系统监控</p> <p>滑油系统的监控参数及警告有：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 滑油压力；2. 滑油温度；3. 金属屑。	

样题：涡轴发动机的主要监控参数有哪些？

2.2.9 涡轴发动机 2.2.9.4 涡轴发动机使用注意	备注：
<p>涡轴发动机使用注意事项包括：</p> <p>一、涡轴发动机在地面条件下工作时受到最大转速、贫油熄火、涡轮前燃气总温的最高值及压气机喘振边界的限制。</p> <p>二、涡轴发动机在空中飞行条件下工作时受到的限制有：高空低速时受燃烧室高空熄火的限制，这是因为高空空气稀薄，燃油雾化质量差，难以稳定燃烧；低空高速时受压气机超压限制。</p> <p>三、发动机启动、加速过程和最大功率起飞，以及高温、高原机场起飞容易导致发动机超温，应重点监控并避免。</p> <p>四、飞行中高能点火器不能长时间工作，同时需要定期更换点火器。</p> <p>五、涡轴发动机在使用过程中不能超过扭矩限制。</p>	

样题：涡轴发动机使用注意事项有哪些？

<h3>2.3.1 电源系统</h3> <h4>2.3.1.1 电源系统概述</h4> <p>一、电源的功用 提供电能，为所有用电设备供电。</p> <p>二、电源的类型 电源的类型主要包括主电源、辅助电源、应急电源、二次电源和地面电源。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 主电源。主电源指的是由直升机的发动机直接驱动的发电机。 2. 辅助电源。小型直升机上的辅助电源通常指的是机载蓄电池，大型直升机上通常采用APU发电机作为辅助电源。 3. 应急电源。直升机上使用机载蓄电池作为应急电源。 4. 二次电源。通过将主电源的电能形式转换为另一种形式的电能来满足相应负载需求。 5. 地面电源。通过直升机上的地面电源插座可将对应的直流或交流电能供到飞机电网。 <p>三、控制及保护</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 控制 常用的电路控制装置有开关、继电器、接触器等。电源控制主要包括发电机的励磁控制和输出控制，蓄电池的通断控制，二次电源的通断控制及外部电源的通断控制等。 2. 保护 常用的电路保护装置有保险丝和断路器。当电路发生故障时，电路保护装置自动将故障部分从电路中切除掉，从而保证电源的正常供电和其他电气设备的正常工作。 电源系统的保护装置是当发电系统发生故障时，给出对应信号来切断发电机的励磁和输出。 <p>四、电源参数测量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 电压表 电压表用来测量直升机电源系统的电压，单位：伏特（V）。 2. 电流表 电流表用于测量电路中的电流，单位：安培（A）。电流表可用来指示蓄电池的充放电电流，也可用来指示发电机的输出电流，即带负载的情况。 	备注：
样题：直升机的电源系统的功用是什么？	

2.3.1 电源系统 2.3.1.2 蓄电池	备注： 一、蓄电池的容量 <p>蓄电池的容量指的是充满电的蓄电池在一定放电条件下所能放出的电量，单位：安培·小时。</p> <p>大电流或低温放电都会导致电瓶容量下降。</p> 二、蓄电池的主要功用 <ol style="list-style-type: none"> 1. 可用于起动发动机。 2. 在应急情况下向重要的飞行仪表和导航设备供电，保证直升机安全飞行。 3. 切换大负载时可起到维持系统电压稳定的作用。 三、蓄电池的类型及特点 <ol style="list-style-type: none"> 1. 铅酸蓄电池 酸性蓄电池是铅酸蓄电池，它的电解质是硫酸，它具有价格低、寿命长的特点。 2. 镍镉蓄电池 碱性蓄电池是镍镉蓄电池，它的电解质是氢氧化钾。相比于酸性蓄电池，它具有比能大、内阻小、低温性能好、耐过充电和耐过放电能力强、寿命长、维护性好等优点。 四、电瓶直供负载 <p>直升机上有些仪表或警告可直接由蓄电池供电，不受系统中其它控制装置动作的影响，如：低旋翼警告、双针转速表等。</p>
样题：直升机上蓄电池的主要功用是什么？	

<h3>2.3.1 电源系统</h3> <h4>2.3.1.3 直流电源系统</h4>	<p>备注:</p>
<p>一、直流发电机的类型及特点</p> <p>1. 传统直流发电机</p> <p>传统直流发电机利用换向器和电刷组件将电枢绕组产生的交流电转换成直流电，通过电刷将电能输出给电网。</p> <p>2. 交-直流发电机</p> <p>现代小型直升机上普遍采用交-直流发电机。工作原理是将交流发电机发出的交流电经二极管整流电路整流后变成直流电，再输送给电网。</p> <p>该类型发电机无机械换向装置，因而具有高空性能良好，工作可靠，维护工作量小且结构简单、重量轻，但不能用作起动发电机，且相对于传统直流发电机而言，其过载能力较差。</p> <p>二、调压器</p> <p>调压器的功用：当发动机转速发生变化或负载发生变化时，用以保证发电机输送给电网的电压稳定在规定的值。</p> <p>三、直流电源系统的主要保护</p> <p>1. 反流保护</p> <p>反流指的是电流从电网流向发电机。用于反流保护的装置是反流割断器或二极管。</p> <p>发电机正常供电时，其输出电压高于蓄电池电压，给蓄电池充电；当某些原因造成发电机电压低于蓄电池电压或电网电压时，电流就会倒流入发电机，即发生了反流。</p> <p>反流会导致电网电能白白损耗或蓄电池电能在很短的时间内耗尽，一方面会导致蓄电池失去应急电源的功能，给飞行安全带来隐患；另一方面过大的反流也会导致蓄电池或发电机损坏。</p> <p>2. 过压保护</p> <p>由发电机励磁电路或调压器的故障而造成的过电压会对用电设备和发电机本身造成损坏。</p> <p>发生故障时，要同时断开励磁电路和发电机输出电路，避免对负载或发电机造成损害。过电压采用反延时保护，即故障越严重，断开延时时间越短。</p>	

样题：直流发电机的反流保护是怎么产生的？

2.3.1 电源系统 2.3.1.4 交流电源系统	备注:
<p>目前，大型、重型直升机上通常采用交流主电源系统，采用的交流发电机通常为无刷同步交流发电机。交流主电源分为恒频和变频两大类。</p> <p>使用了辅助动力装置的直升机上，其 APU 发电机通常也是无刷同步交流发电机。</p> <p>采用交流电源为主电源的直升机上，主要的直流电能是通过变压整流器（TRU）获得。变压整流器是二次电源的一种，其功能是将交流电能转换为直流电能，以此来满足机载直流用电设备的需求。</p> <p>以低压直流电源作为主电源的直升机上，交流电能的主要来源是静止变流器（INV）。静止变流器是二次电源的一种，其功能是将低压直流电能转换为 115V 恒频的交流电能，以此来满足机载交流用电设备的需要。</p>	

样题：直升机上所需的交流电能如何提供？

2.3.1 电源系统 2.3.1.5 外部/地面电源	备注:
<p>一、地面电源的功用</p> <p>当直升机在地面进行维护、清洁、加油、装卸货物、发动机启动等作业时，一般可由地面电源供电。</p> <p>二、地面电源插座</p> <p>地面电源插座有直流和交流两种。</p> <p>通过直流地面电源插座，通常为飞机电网提供 28V 的低压直流电。</p> <p>通过交流地面电源插座，通常为飞机电网提供 115V, 400Hz 的交流电能。</p> <p>不同类型的直升机上，根据主电源的不同，选择直流地面电源插座或交流地面电源插座，有些大型、重型直升机上同时有直流和交流地面电源插座。</p>	

样题：直升机地面电源有哪些类型？

2.3.2 输配电系统	备注:
<p>一、直升电网 以直流电源为主电源的小型直升机上，供电网络比较简单，通过汇流条、继电器、跳开关、导线或电缆等装置实现电能到用电设备的输送、分配、控制和保护。以金属材料为机身的直升机上多采用单线制供电方式，而以复合材料为机身的直升机可采用双线制供电方式。 以交流电源为主电源的大型、重型直升机上，供电网络较小型直升机复杂，包括交流和直流两大部分。</p> <p>二、汇流条 汇流条就是一个金属条或金属棒，用于将电源产生的电能传输分配给用电设备。</p>	
样题：以直流电为主电源的小型直升机上，通常采用的供电方式有哪些？	

2.3.3 用电设备 2.3.3.1 灯光系统	备注:
<p>直升机上的灯光系统主要包括内部灯光和外部灯光。</p> <p>内部灯光主要用于驾驶舱、客舱、行李舱等的照明。</p> <p>外部灯光主要包括航行灯、着陆灯、防撞灯、滑行灯和搜索灯等。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 航行灯 航行灯主要用于指示直升机的位置及航向，通常安装在直升机左右两侧和尾部，分别为左红、右绿、尾白。2. 着陆灯 着陆灯主要在直升机起飞或着陆时使用。3. 防撞灯 防撞灯在工作时红色闪亮，用于防止航空器相撞。小型直升机上通常安装一个防撞灯，大型、重型直升机上通常安装两个防撞灯。4. 滑行灯 滑行灯主要用于直升机在地面滑行时，照亮直升机前方。5. 搜索灯 搜索灯主要用于直升机在执行搜索任务时，提供必要的照明。	

样题：简述直升机常用的外部灯光的类型和功能。

<h3>2.3.3 用电设备</h3> <h4>2.3.3.2 警告指示及加温防/除冰等</h4> <p>一、警告灯、警戒灯和指示灯 警告灯：红色，指示危险情况，要求立即采取纠正动作的指示灯； 警戒灯：琥珀色，指示将可能需要采取纠正动作的指示灯； 指示灯：绿色，用于安全工作灯，其他任何颜色，如白色，用于其它未作规定的灯。</p> <p>二、电加温防/除冰 电热防/除冰利用的就是电加温，让电阻加热元件通电发热而对防护部位加温防/除冰，如：空速管的电热防冰，发动机进气道电加热防冰，旋翼的电加热防冰等。</p> <p>三、电动机械 电动机械主要指的是电动机和电磁铁。 1. 电动机 电动机主要是将电能转换为旋转机械能来驱动对应负载，如：用于主发动机或 APU 发动机起动的起动机、驱动雨刷的电动机等。 2. 电磁铁 电磁铁主要用在各类电磁开关和电磁阀中。在电磁开关中用于将电能转换为机械能来控制开关的通断；在电磁阀中用于将电能转换为机械能来控制阀体的移动，实现阀门的打开或关闭。</p>	备注：
样题：直升机驾驶舱内的警告灯的功用是什么？	

<h2>2.4.1 大气数据仪表</h2> <h3>2.4.1.1 全静压系统</h3> <p>一、全静压系统的组成及功能 全静压系统（Pitot-static System）用来收集并传送大气的全压和静压，由全压管、静压孔、备用全压管、备用静压孔、转换开关、加温装置、连接导管等组成。全压管用于收集大气的全压、静压孔用来收集大气的静压。</p> <p>二、使用注意事项</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 飞行前检查 全压管的布套和静压孔的堵塞应取下，并检查是否有脏物堵塞。全压管和静压孔的电加温，应按规定进行检查。 2. 空中使用 在可能结冰的条件下飞行时（如有雾、雨、雪等）接通电加热。全压管在加温时，温度可达到100°C到200°C，因此直升机在起飞前和落地后应按程序使用全压管加热功能，防止全压管过热烧坏。 <p>当“正常”全、静压失效时，一般应首先检查电加温是否正常。若电加温不正常，应设法恢复正常；如果“正常”全、静压仍不能有效工作，则应将全压或静压转换开关放到“备用”位。使用备用静压源会使利用全静压工作的仪表产生误差。</p> <p>三、全静压系统故障</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 全压管堵塞对仪表的影响 全压管堵塞仅对空速表的指示产生影响。全压管堵塞分为以下两种情况： <ol style="list-style-type: none"> (1) 全压口堵塞而排水孔未堵塞：空速表的读数会逐渐降至零。 (2) 全压口和排水孔都堵塞：若静压孔未堵塞，空速仍会随高度变化而变化。当飞行高度增加时，空速表指示增大；当飞行高度降低时，空速表指示减小。若静压孔堵塞，空速表读数基本保持不变。 2. 静压孔堵塞对仪表的影响 静压孔堵塞时，若全压口正常，空速表会继续工作，但指示不准确。当飞行高度高于静压孔堵塞时的高度时，空速表的指示会小于实际速度。当飞行高度低于静压孔堵塞时的高度时，空速表上的指示会大于实际速度。 静压孔堵塞会影响高度表的指示。一旦静压系统堵塞，即使高度变化，指示出的高度也不会出现相应的变化。 如果静压系统出现完全堵塞，升降速度表上的指示就会为零。 	备注：
样题：全压管和静压孔都堵塞时，高度表、空速表、升降速度表会有什么样的指示？	

2.4.1 大气数据仪表

备注:

2.4.1.2 空速表

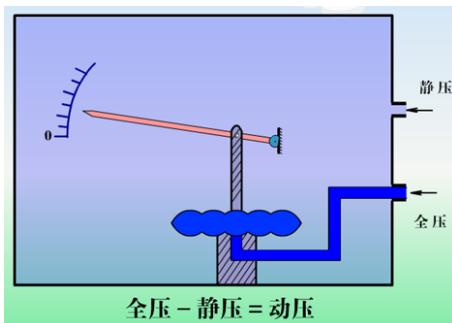
一、空速的种类

1. 指示空速：按海平面标准大气条件下动压与空速的关系而得到的空速，又称为表速，飞行手册中的各种飞行速度限制常用指示空速表示。

2. 真空速：就是直升机相对于空气运动的真实速度，它常用于领航计算。

二、指示空速表的工作原理

指示空速表是根据海平面标准大气条件下动压和空速的关系，利用开口膜盒测量动压，从而表示指示空速。



三、空速表的认读



1. 绿弧区：正常运行速度
2. 红线：不可超越速度
3. 红白线（或蓝线）：最大安全自转速度

四、空速表的使用误差

1. 当低于特定空速时，由于旋翼下洗气流的影响，空速表的指示精度较差；
2. 在倒飞和侧飞时，空速表的指示误差较大。

五、仪表检查

飞行前，确保全压管、静压孔未被堵塞。离地前，确保空速表读数为 0，如有强风直吹向直升机，空速表读数可能大于 0。

样题：空速表上红白相间指针指示什么值？

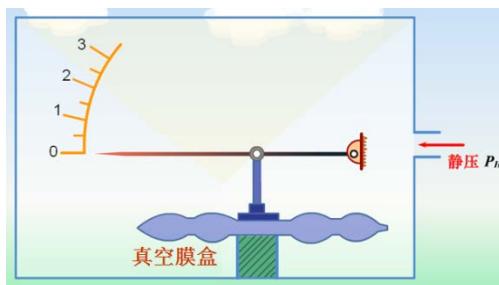
2.4.1 大气数据仪表

备注：

2.4.1.3 气压式高度表

一、气压式高度表的原理

气压式高度表是根据标准大气条件下高度与静压的对应关系，利用真空膜盒测静压，从而表示飞行高度。



二、气压式高度表的使用和认读



三、气压式高度表的使用误差

1. 静压孔堵塞

飞行中，如果静压孔堵塞，应转换到备用静压系统上，此时气压式高度表会产生误差。静压源堵塞后的注意事项，应参照具体机型的操作程序。

2. 错误拨正气压基准面

飞行员通过气压基准调节旋钮设定气压刻度窗的气压值，高度表指针则指示出以该气压面为基准的高度。因此，调错气压基准面将导致高度表产生误差。如果调定的气压高于基准面气压，则出现多指误差；如果调定的气压低于基准面气压，则出现少指误差。

3. 气温和气压误差

当实际大气条件不符合标准大气条件时，高度表指示将出现误差。

高度表测量基准面的气温和气温垂直递减率不符合标准大气条件而引起的误差，叫做气温误差。若大气实际气温高于标准温度，高度表出现少指误差；反之，出现多指误差。

高度表测量基准面气压不符合标准大气条件而引起的误差，叫做气压误差。如果基准面的气压低于标准大气条件下基准面的气压，高度表出现多指误差；反之，出现少指误差。

四、仪表检查

起飞前，确保静压孔未被堵塞。离地前，按程序拨正高度表。

样题：气压式高度表的气压误差有什么特点？

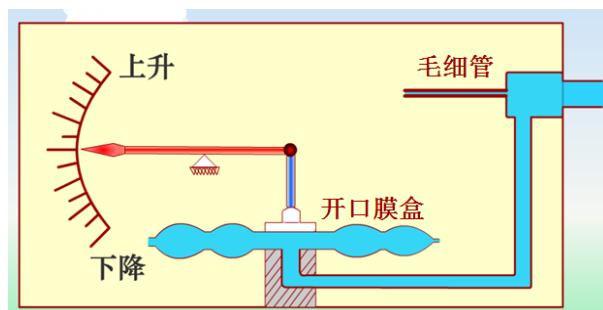
2.4.1 大气数据仪表

备注:

2.4.1.4 升降速度表

一、升降速度表的原理

升降速度表是利用毛细管对气流的阻滞作用，把静压变化率转变成为压力差，利用开口膜盒测压力差，从而测量直升机的垂直速度。



二、升降速度表的认读



平飞



爬升（爬升率 500 英尺/分）

三、升降速度表的使用误差

1. 静压源堵塞

升降速度表依靠静压工作，如果静压孔堵塞则不能正确指示直升机的垂直速度。飞行中，如果怀疑静压孔堵塞，应转换到备用静压系统上去。

2. 延迟误差

直升机垂直速度跃变时，升降速度表需要经过一段时间才能指示出相应数值，这个时间叫延迟时间。在延迟时间内，仪表指示值与直升机垂直速度实际值之差，叫做延迟误差。一般来说，延迟时间只有几秒钟，垂直速度越大，延迟时间越长。

四、仪表检查

起飞前，确保静压孔未被堵塞。离地前，检查升降速度表读数为 0。起飞后，检查正爬升率指示。

样题：升降速度表的工作原理是怎样的？

2.4.1 大气数据仪表

备注:

2.4.1.5 大气温度表

大气温度表通常采用电阻式温度表。

电阻式温度表是利用导体或半导体的电阻随温度变化的特性制成的测温仪表。传感器是感温电阻，感受大气的温度。随着大气温度的变化，感温电阻的阻值也将发生变化，从而把被测温度转换为电阻值，进而指示大气温度。

样题：大气温度表通常使用何种温度表？

2.4.2 陀螺及姿态仪表

备注:

2.4.2.1 机械式陀螺的基本知识

一、定义

陀螺：测量物体相对惯性空间转角或角速度的装置。

机械式陀螺：能绕一个支点高速旋转的物体。

二、机械式陀螺的分类

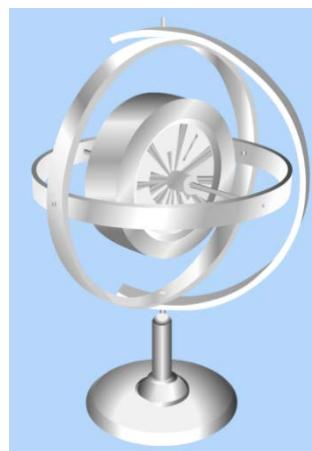
1. 自转轴具有两个自由度的陀螺，称为两自由度陀螺。

两自由度陀螺具有稳定性和进动性。

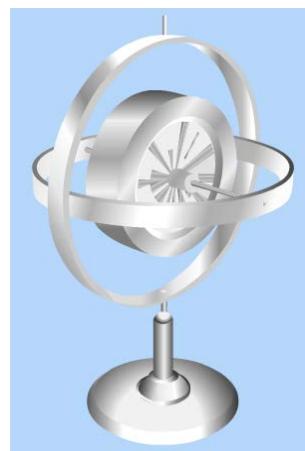
两自由度陀螺能够抵抗外力矩，力图保持其自转轴相对惯性空间方向稳定的特性，称为陀螺的稳定性。

两自由度陀螺转动方向与外力矩作用方向不一致，即转动方向与外力矩作用方向相互垂直的特性称为进动性。

2. 自转轴具有一个自由度的陀螺，称为单自由度陀螺。单自由度陀螺只具有进动性而不具有稳定性。



两自由度陀螺



单自由度陀螺

3. 机械式陀螺按动力源分类可分气动陀螺和电动陀螺两种。

样题：两自由度陀螺有哪些特性？

2.4.2 陀螺及姿态仪表

备注:

2.4.2.2 地平仪

一、地平仪的工作原理

地平仪也称为姿态仪，它利用摆的地垂性修正陀螺，利用陀螺的稳定性建立稳定的人工地垂线，从而根据直升机和陀螺的关系测量直升机的俯仰角和倾斜角。地平仪一般由两自由度陀螺、地垂修正器、指示机构和控制机构等组成。控制机构包含摆的控制机构和陀螺控制机构。摆的控制机构会在直升机的角速度和加速度大于一定值时切断摆对陀螺的修正，陀螺控制机构可以在地平仪起动时或直升机机动飞行后使自转轴迅速恢复到地垂线方向，从而缩短起动时间或快速消除机动飞行过程中产生的指示误差。



二、地平仪的误差修正方法和避免措施

直升机转弯或盘旋时，惯性离心力使摆偏离地垂线，对陀螺进行错误修正，造成自转轴偏离地垂线，使地平仪的俯仰和倾斜指示产生误差。因此，直升机改平后，应参照其他仪表检查地平仪的指示。

直升机加速或减速时，惯性力使摆偏离地垂线，并对陀螺进行错误修正，造成自转轴偏离地垂线，从而产生误差。直升机加速时，地平仪指示直升机爬升；直升机减速时情况相反。因此，直升机加速飞行使用地平仪时，应参照其他仪表检查其指示。

地平仪的误差，在直升机匀速平飞后可以自行消除，但需要的时间较长。为了加速消除误差，飞行员应利用陀螺上锁机构，在匀速直线平飞时上锁，然后开锁，误差就会消除。

三、地平仪的地面对启动要求

要求 1：地平仪陀螺转速达到额定转速，该要求是否达到可由通电时间是否足够或警告旗是否收上来判断；

要求 2：地平仪陀螺自转轴处于地垂线方向，该要求是否达到可由地平仪是否指示停机姿态角反映。

地平仪启动后，陀螺不应出现异常声音，并应在规定时间内达到额定转速。

四、地平仪的认读



样题：对地平仪的地面上启动有何要求？

2.4.2 陀螺及姿态仪表

备注:

2.4.2.3 转弯协调仪

转弯协调仪是由转弯仪和侧滑仪组合而成的。



一、转弯仪的工作原理

转弯仪是利用单自由度陀螺进动性工作的。

二、侧滑仪的工作原理

侧滑仪利用小球（单摆）模拟直升机承受的横向合力，根据小球在横向合力作用下的运动状态指示直升机侧滑。

三、转弯协调仪的认读



左转弯无侧滑

右转弯外侧滑

左转弯内侧滑

四、转弯协调仪的使用限制和常规检查方法

转弯仪主要用来反映转弯方向，并能反映转弯的快慢程度。

飞行前，检查确认侧滑仪充满液体，没有气泡，小球稳定在最低点。接通总电门时，电动陀螺不应出现异常声音。若陀螺已达到额定转速，当直升机停在停机坪或直线滑行时，转弯协调仪上应没有转弯和侧滑指示；当直升机在地面转弯时，转弯协调仪应能指示出转弯和侧滑方向。

样题：如何判断直升机的侧滑？

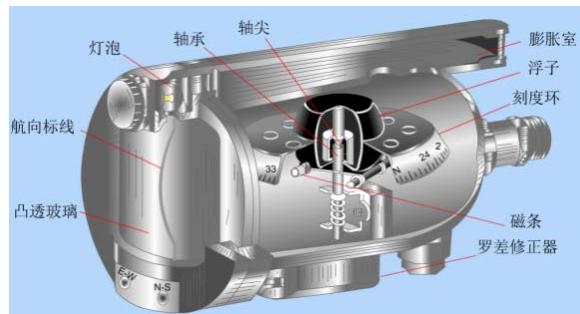
2.4.3 航向仪表

备注:

2.4.3.1 直读磁罗盘

一、磁罗盘的工作原理

磁罗盘利用自由旋转的磁条跟踪罗经线的特性来指示直升机的罗航向，修正罗差后，可以得到直升机的磁航向。



二、罗差

直升机上的钢铁和工作的电气设备会形成直升机磁场，磁条指示为地球磁场水平分量和直升机磁场水平分量形成的合成磁场方向，即为罗经线方向。罗经线偏离磁经线的角度即为罗差。放在直升机上的磁针将指向罗经线方向。因此，磁罗盘的读数应经过罗差修正，才能得到磁航向。如下图所示为某磁罗盘剩余罗差修正表，如表所示，若飞行员的目标磁航向为 120°，在机载无线电设备接通的情况下，他应该飞到磁罗盘指示值为 123°。

FOR STEER	000	030	060	090	120	150
RDO. ON	001	032	062	095	123	155
RDO. OFF	002	031	064	094	125	157

三、磁罗盘的转弯误差和加速度误差

直升机转弯时，磁罗盘产生转弯误差。直升机在 0°（或 180°）磁航向上，若向东或向西转弯时，该误差最明显，因此转弯误差也称为北转误差。

飞行员根据磁罗盘操纵直升机转向预定航向时，必须考虑转弯误差，即根据磁罗盘的指示，提前或延迟改出转弯。在北半球飞行，如果不考虑直升机惯性，转弯后航向在 90°~0°~270°范围内，应提前改出转弯，在 90°~180°~270°范围内，应延迟改出转弯。

直升机速度改变时，磁倾使罗盘产生加速度误差。磁倾越大，加速度误差就越大。在北半球，直升机加速时，罗盘会给出向北转弯的指示；减速时，罗盘会给出向南转弯的指示；速度恒定时，罗盘恢复正常指示。直升机在东、西磁航向上该误差最大，越接近南北磁航向，该误差越小，在南、北磁航向上为零。为了减小误差，应在匀速平飞时判读航向。

四、使用注意事项

1. 在匀速平飞时读数；
2. 在强磁地区和两极地区飞行时有较大误差；
3. 要指示磁航向需修正剩余罗差。

五、仪表检查

飞行前，检查罗盘中应充满罗盘油；滑行中，罗盘磁条自由摆动并指示一个已知航向；悬停转弯时，罗盘应自由转动并指示航向。由于所有飞行运行都要求磁罗盘正常工作，因此磁罗盘故障时，不能飞行。

样题：在北半球，直升机加速，磁罗盘会产生什么误差？

2.4.3 航向仪表

备注:

2.4.3.2 陀螺半罗盘**一、陀螺半罗盘的工作原理**

陀螺半罗盘是利用两自由度陀螺稳定性工作的仪表，它可以独立测量直升机的转弯角度，经过校正还可以指示直升机的航向。

**二、陀螺半罗盘的自走误差**

陀螺半罗盘的自走误差是陀螺自转轴相对地球经线运动而产生的误差，它包括纬度误差、速度误差和机械误差。为了减小陀螺半罗盘自走误差的影响，需要进行定时修正。

三、使用特点

飞行前要校正航向，飞行中要定期校正航向。

起飞前应调整半罗盘指示真航向（或磁航向）。在飞行过程中，每隔一段时间（直读陀螺半罗盘一般为 15min，其他依飞行手册而定）应根据其他罗盘进行一次校正，以消除这段时间积累起来的自走误差。根据其它罗盘的指示，校正陀螺半罗盘的航向。

样题：陀螺半罗盘能否独立测量直升机的航向？

2.4.3 航向仪表

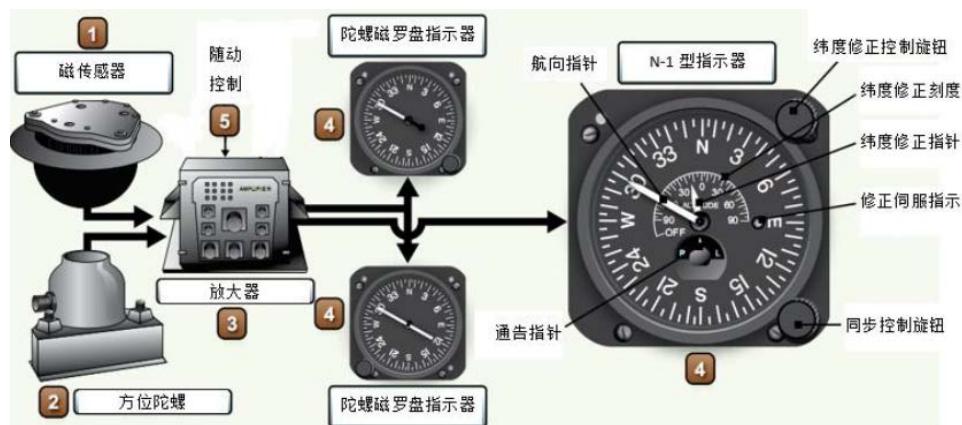
备注：

2.4.3.3 陀螺磁罗盘

一、陀螺磁罗盘的工作原理

陀螺磁罗盘由磁传感器、修正机构、陀螺机构、指示器等部件构成。其工作原理是利用磁传感器测量直升机磁航向，经磁校正随动系统控制方位陀螺反映磁航向；同时，由陀螺减小磁传感器的飞行误差，然后经航向随动系统控制指示器，指示出磁航向。

陀螺磁罗盘利用地磁敏感元件和二自由度方位陀螺共同测量磁航向，减小了磁罗盘的飞行误差，避免了半罗盘的自走误差。因此，陀螺磁罗盘是一种既能独立测量航向，又具有良好稳定性和较高灵敏度的航向仪表。



二、陀螺磁罗盘的使用

地面启动时，接通罗盘电源2~3分钟后，按下快速协调按钮，直到陀螺正常指示磁航向。若尚未指示当时磁航向，可根据同步指示器指示，转动同步旋钮，加快协调速度。

飞行中，罗盘应指示磁航向和转弯角度。当直升机处于俯仰、倾斜和加速过程中，不允许按下快速协调按钮，否则磁罗盘的误差将迅速传到指示器上。快速转弯过程中，由角速度传感器自动断开陀螺半罗盘与磁罗盘的联系，快速协调按钮不起作用。

样题：与磁罗盘和陀螺半罗盘相比，陀螺磁罗盘具有什么优势？

2.4.3 航向仪表

备注:

2.4.3.4 罗盘系统

一、罗盘系统的组成

由两种或两种以上工作原理不同的罗盘所组成的系统，也称为航向系统。一般认为，在罗盘系统中仅由磁传感器来校正航向的那部分系统也叫作陀螺磁罗盘。陀螺磁罗盘在近现代直升机上通常作为罗盘系统的一个组成部分。

罗盘系统常与导航仪表结合形成复合罗盘指示器，如 RMI 和 HSI 等。

二、罗盘系统的使用

当控制组件上的功能开关置于“SLAVE（伺服）”位时，方位陀螺接收磁传感器送来的校正信号，经校正后，罗盘系统的工作就像陀螺磁罗盘一样。置于“FREE（自由）”位时，断开了磁传感器的校正信号，指示器的航向指示仅受方位陀螺控制，此时罗盘系统相当于一个陀螺半罗盘。在该位可利用控制组件上的人工航向同步开关（“CW-CCW”）人工校正航向。

三、罗盘系统的常规检查方法

通电前，指示器上的航向警告旗出现。通电后，方位陀螺达到正常转速时，指示器上的航向警告旗消失。系统协调好后，控制组件上伺服指示器指针为零，表明罗盘系统工作正常。飞行中若航向警告旗出现，表明航向指示不可用。



样题：罗盘系统的功能开关置于 FREE 位和 SLAVE 位有什么区别？

2.4.4 电子飞行仪表系统

备注:

一、电子飞行仪表系统的功用

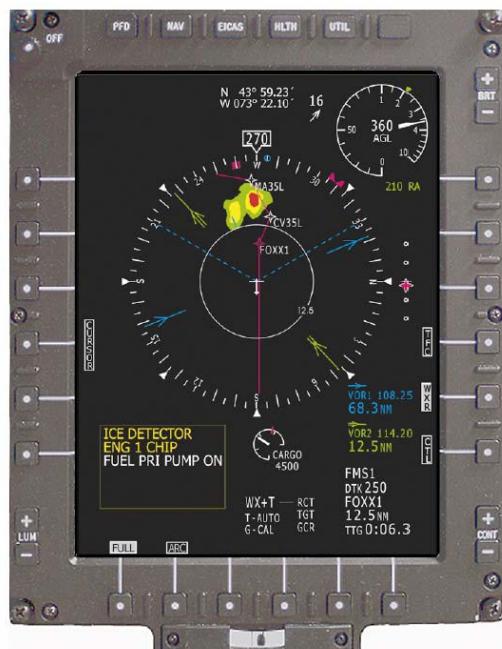
电子飞行仪表系统提供姿态、速度、航向等飞行信息和导航信息的显示。该系统将所有信息综合在一起显示，位于机组视线范围最佳的位置，不用大范围扫视仪表板，就能容易地获取相关信息。信息用带有颜色的符号表示，容易理解。

二、电子飞行仪表系统的组成

电子飞行仪表系统（Electronic Flight Instrument System，简称EFIS），是指安装在直升机驾驶舱显示飞行信息的电子显示系统，其显示组件一般由两个或多个多功能显示器（MFD）组成，这些显示以页面形式呈现并且可以根据需要选择页面信息：主飞行显示页面、导航显示页面等。主飞行显示页面主要显示直升机的飞行信息，如高度、速度、姿态、航向、飞行指引、模式选择等。导航显示页面主要显示航向、航迹、导航台参数、气象等信息。



MFD 的主飞行显示页面



MFD 的导航显示页面

样题：主飞行显示页面上可以提供哪些信息？

2.5.1 飞行指引仪

备注:

一、功能

飞行指引仪根据选定的工作方式，自动计算操纵指令，以目视的形式显示在指示器上，指引驾驶员操纵直升机，使直升机进入给定轨迹并保持在给定轨迹上。

飞行指引仪通过指引杆直接显示出操纵的指令是向上、向下，还是向左、向右，驾驶员跟随指引杆操纵直升机。

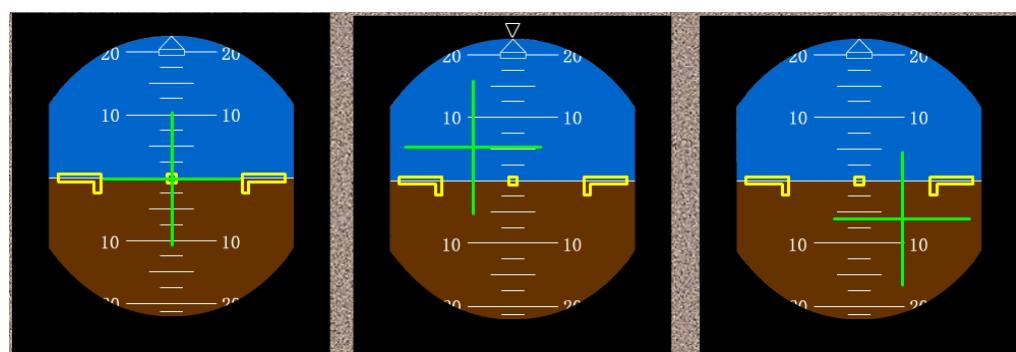
飞行指引仪在直升机起飞、爬升、巡航、下降、进近等飞行阶段都能使用。

二、指引形式

飞行指引仪有两种显示形式：十字指引杆和八字指引杆。

十字指引杆：利用俯仰指引杆与直升机符号的上下关系来进行俯仰指引，利用横滚指引杆与直升机符号的左右关系来进行横滚指引。；

八字指引杆：利用八字指引杆与直升机符号的上下关系来进行俯仰指引，利用八字指引杆与直升机符号的左右关系来进行横滚指引。



样题：如何利用八字形和十字形指引杆判读俯仰和横滚指令？

2.5.2 自动驾驶仪 2.5.2.1 自动驾驶仪的功能和原理	备注:
<p>一、自动驾驶仪的功能</p> <p>当自动驾驶仪投入工作后，可以实现的主要功能列举如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 自动保持直升机沿三个轴的稳定飞行；2. 控制直升机的高度、航向、速度；3. 与飞行管理系统耦合，执行飞行计划，实现按预定飞行轨迹的飞行；4. 与仪表着陆系统耦合，实现直升机的自动进近。 <p>有些先进的直升机自动驾驶仪系统可以实现直升机四轴（横滚、俯仰、航向和总距）的飞行控制。</p> <p>二、自动驾驶仪的基本工作原理</p> <p>自动驾驶仪基本工作过程是误差敏感、误差纠正和桨距随动的过程，即闭环自动控制过程。</p>	

样题：直升机的自动驾驶仪有什么功能？

2.5.2 自动驾驶仪

备注:

2.5.2.2 自动驾驶仪的工作模式

直升机自动驾驶仪的模式主要有两大类：横滚模式和俯仰模式。横滚模式和俯仰模式都不能同时接通两种以上（含）。

典型的横滚模式包括：航向保持、航向预选、VOR、LOC等。

典型的俯仰模式包括：高度保持、速度保持、垂直速度保持等。

样题：直升机自动驾驶仪典型的横滚模式哪些？

2.5.2 自动驾驶仪	备注:	
2.5.2.3 自动驾驶仪的使用限制		
<p>一、自动驾驶仪的飞行前测试 自动驾驶仪的所有工作方式和功能都需要在飞行前进行测试。</p> <p>二、使用自动驾驶仪的飞行阶段 自动驾驶仪的使用范围是除起飞以外的所有飞行阶段。</p> <p>三、自动驾驶仪接通和断开的条件 当到达自动驾驶仪的接通高度并满足其它接通条件（有的直升机要求处于配平状态）后，按下自动驾驶仪的接通电门即可接通自动驾驶仪。 为了便于飞行员进行操纵和控制，直升机上安装有专门的AP脱开电门，此电门一般安装在驾驶杆或总距杆上。按下该电门，可以脱开接通的AP。这是脱开AP的最常用方法。另外，还有一些其它方法也可以脱开AP，如：断开AP接通电门进行脱开；向AP的俯仰、横滚和航向通道施加足够的力人工强行脱开等。</p> <p>四、飞行手册中自动驾驶仪的各种使用限制 驾驶员应熟悉手册中有关自动驾驶仪的各种使用限制，包括接通和断开的条件、飞行前测试的要求及各种工作方式的使用。应避免过度依赖自动驾驶仪。</p>		
样题：自动驾驶仪断开方法通常有哪些？		

2.6.1 气象雷达

备注:

2.6.1.1 气象雷达的基本功能

一、气象雷达的基本功能

气象雷达的基本功能是探测直升机前方的气象情况，向机组提供充填有水分的气象形成区的平面位置显示图像，以便机组选择安全的航线避绕各种危险的气象区域。

气象雷达的另一功能是观察直升机前下方的地形地貌。适当下俯气象雷达的天线，可以提供大的地形轮廓特征的显示，例如：河流、海岸线、大的山峰和城市。该功能可以用来辅助导航。

气象雷达工作在X波段。现代直升机上的气象雷达最远探测范围约为300海里。检测到的气象和地形显示在驾驶舱的显示器上。

气象雷达的基本功能是探测大面积的降雨区，它对山峰、相遇直升机的探测能力和所显示的相应图像及位置的准确程度，均不能满足地形回避和防撞要求，因此，一般不把气象雷达的显示图像作为地形回避和空中防撞的依据。

二、气象雷达的设备要求

根据 CCAR91.431 条，在夜间或仪表气象条件下，在沿航路上预计存在可探测到的雷雨或其他潜在危险天气情况的区域中运行时，所有载客的航空器应当安装气象雷达或其他重要天气探测设备。

样题：气象雷达的基本功能是什么？

2.6.1 气象雷达

备注:

2.6.1.2 气象雷达的工作模式

气象雷达的主要工作模式有：气象模式（WX）、地图模式（MAP）、测试模式（TEST）、湍流探测模式（TURB）和气象与湍流模式（WX/T）等。气象雷达用象征性的颜色来表示降雨率的不同区域，大雨区域的图像为红色，中雨区域的图像为黄色，小雨区域用绿色图像来表示。紊流区采用品红色或白色图像表示。

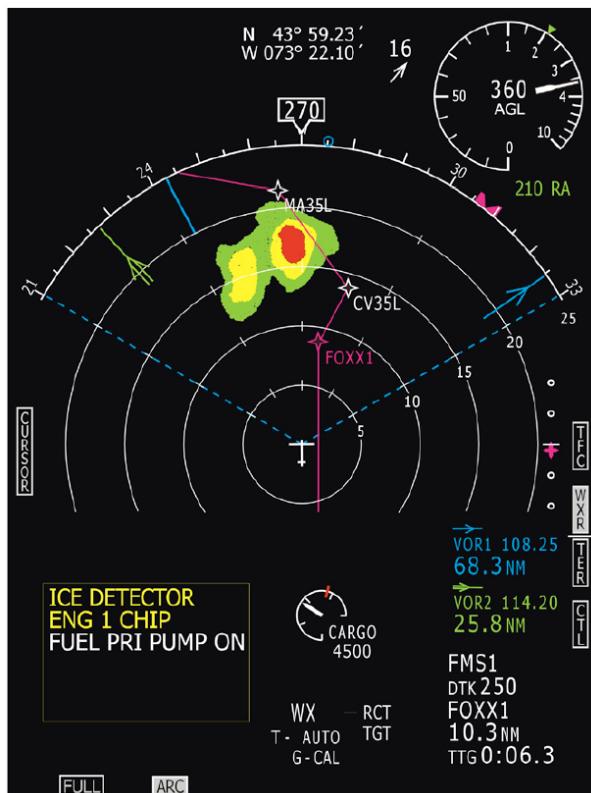
气象模式（WX）为气象雷达最基本的工作模式。雷达工作于气象模式时，显示器上所呈现的是空中气象目标及其他目标的平面位置分布图形。此时，天线波束在直升机前方及其左右两侧的扇形区域往复扫描，以探测直升机航路前方扇形平面中的气象目标。

地图模式（MAP），是各型气象雷达所共有的另一个基本工作模式。地图模式时，呈现在荧光屏上的是直升机前下方地面的地表特征，诸如山峰、河流、湖泊、海岸线、大城市等地形轮廓图象。为此，应将天线下俯一定角度使雷达天线波束照射直升机前下方的广大地区。

测试模式（TEST）用于对雷达进行快速性能检查。雷达工作于此模式时，显示器上即显示气象雷达的自检测试图。通过观察自检图，即可方便迅速地了解雷达的性能状况。

湍流模式（TURB），显示屏上用品红色或白色图像显示湍流区，其它雨区的红、黄、绿色图像不显示。

气象与湍流模式（WX/T），屏幕上除了显示红、黄、绿图像外，还用醒目的品红色或白色图像显示出危险的湍流区域。



样题：气象雷达有哪些工作模式？

2.6.1 气象雷达

备注:

2.6.1.3 气象雷达的地面使用注意事项

1. 直升机正在加油或直升机周围有其它直升机正在加油时，不得使气象雷达工作于发射工作模式，以免引燃汽油蒸汽。在机坪上大量使用汽油清洗机件时，也应避免接通雷达电源。
2. 在机库内或在机头朝着近距离内的建筑物、大型金属反射面的情况下不能使气象雷达工作于发射模式，除非雷达发射机没有工作或者将雷达能量引导至吸收罩将射频能量消耗掉，否则整个围场区域都可能充满辐射。
3. 直升机前方有人时，不得接通雷达，以防有害辐射，伤害人体。
4. 在地面检查气象雷达时，应尽量使雷达工作于自检模式。在需要使雷达工作于发射模式时，应将天线俯仰旋钮调至上仰位置，以尽量避免天线波束照射近处地面对目标。

样题：气象雷达的地面使用注意事项主要有哪些？

2.6.2 机载应答机

备注:

一、二次监视雷达

二次监视雷达系统包括地面询问机和机载应答机。机载应答机根据接收到的地面询问机的询问信号以确定需应答的信息。

二、应答机操作原则

1. 当航空器装有工作的应答机，驾驶员必须在飞行的全部时间内使用应答机，不论航空器是否在 ATC 使用二次监控雷达的空域内或空域外。
2. 除了在应急情况下、通信失效或非法干扰时，驾驶员应：
 - (1) 设置应答机在模式 A，并选择由正在联系的 ATC 指令的应答机编码；或
 - (2) 根据区域航行协议的规定设置应答机模式编码；或
 - (3) 在没有任何 ATC 指示或地区航行协议时，设置应答机编码为 2000。
3. 如果航空器装有适于模式 C 的设备，驾驶员应连续使用这个模式，除非另有 ATC 指示。
4. 如果 ATC 要求证实应答机 (CONFIRM SQUAWK (code)) 时，驾驶员应：
 - (1) 核实应答机上模式 A 编码的设定；
 - (2) 若必须，重新选择指派的编码；和
 - (3) 向 ATC 证实应答机控制板上显示的设定值。
5. 除非 ATC 要求，驾驶员不能发送应答机识别信号 (SQUAWK IDENT)。

三、模式使用

驾驶员应根据要求使用模式 C，提供高度信息；或使用模式 S，向地面管制与其他直升机提供高度信息和编码信息。两种模式所报告的高度信息是编码高度表指示的最接近的整 30m 或 100ft 数值。

特殊情况下，航空器驾驶员应设置应答机编码如下：

紧急情况设置为 7700，双向无线电通信失效时设置为 7600，受到非法干扰时设置为 7500。

四、应答机的设备要求

根据CCAR91.427条，所有在管制空域运行的航空器应当安装符合下述要求的ATC应答机：

- (1) 能按照规定对空中交通管制的询问进行编码回答；
- (2) 能以 30 米 (100 英尺) 的增量间隔向空中交通管制自动发送气压高度信息的询问。



样题：ATC要求证实应答机时，驾驶员应采取什么样的措施？

2.6.3 无线电高度表

备注:

无线电高度表是用来测量直升机离开地面的实际高度，提供低于决断高（DH）的声音和灯光信号，它是在进近和着陆过程中保证飞行安全的重要设备，能够方便、准确地测量出真高。

无线电高度表通常由收发机、指示器、发射天线、接收天线组成。机载无线电高度表的指示范围通常为0~2500英尺或0~2000英尺。



样题：在无线电高度表上可以设置DA和DH吗？

2.7.1 地形提示与警告系统

备注:

地形提示和警告系统(TAWS)是用来帮助飞行员避免可控飞行撞地(CFIT)事故的发生。TAWS 具有前视地形警告和过早下降报警的功能，给飞行员提供了更多的判决时间。

样题：TAWS 具有什么样的功能？

2.7.2 机载防撞系统

备注:

机载防撞系统（ACAS）可监视与直升机在同一空域、一定范围飞行且装有应答机的其它航空器，显示在相应显示器上，并在必要时通过语音和目视信号向飞行员提供避让的机动措施，以避免发生空中碰撞事故。

样题：ACAS 的基本功能是什么？

2.7.3 飞行记录器	备注: CCAR91.433 条
<p>一、飞行记录器的功能和组成</p> <p>飞行记录器包括飞行数据记录器和驾驶舱话音记录器两种，分别记录直升机的飞行数据和驾驶舱的通话及背景声音。安装飞行记录器的目的是为了事故调查。</p> <p>二、飞行记录器的设备要求</p> <p>除经局方批准外，所有类型的飞行数据记录器应能保留运行过程中至少最后 10 小时所记录的信息。</p> <p>除经局方批准外，所有 2003 年 1 月 1 日后首次颁发适航证、最大审定起飞重量超过 3180 千克的旋翼机，所安装的驾驶舱话音记录器应能保留运行过程中至少最后 2 小时所记录的信息。</p> <p>飞行记录器的壳体应满足下述要求：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 外表为鲜橙色或亮黄色；(2) 在外部表面固定有反射材料，以确定记录器的位置；(3) 其上牢固地安装有自动激发的水下定位装置。 <p>三、飞行记录器应当在航空器的全部运行过程中保持连续工作。一旦发生事故或需要立即报告局方的事件，运营人应当保存飞行记录器的原始信息至少 60 天，如果局方另有要求，还应当保存更长的时间。从记录中所获得的信息将用来帮助确定事故或事件的发生原因。</p> <p>样题：飞行记录器的壳体应满足什么要求？</p>	

2.8.1 转速表

备注:

一、功用

测量发动机和旋翼的转速。

二、基本测量原理

磁感应式转速表：利用测速发电机把转速转变成三相交流电，其频率与转速成正比。

磁电式转速表：利用磁电式传感器把转速转变为感应电动势，其频率与转速成正比。

三、转速指示单位

活塞发动机转速用转/分表示。

涡轴发动机转速非常高，为方便认读，用百分比表示。



通常将发动机转速与旋翼转速放在一个表上指示。转速表上的绿弧表示正常工作范围，弧线上的两条红线表示运行中允许的最小转速和最大转速，有可能有黄色的弧线表示过渡范围。外圈表示发动机驱动旋翼时的转速限制范围，内圈表示发动机未驱动旋翼时的转速限制范围。

样题： 转速表有什么作用？

2.8.2 扭矩表

备注:

一、功用

用于反映涡轮轴发动机所产生的功率。

二、基本测量原理

利用减速器中的斜齿轮螺旋齿测量副轴上的轴推力，这个轴推力和减速器中传递的功率成正比。产生的滑油压力叫做扭矩表压力，和发动机功率成正比，和轴推力平衡。



绿弧区：最大连续功率；

黄弧区：最大功率，通常限制使用时间；

红线：不得超过的最大功率。

样题：扭矩表的作用是什么？

2.8.3 油量表	备注:
<p>一、功用 测量燃油流量，反映燃油的消耗情况和油箱中的剩油情况。</p> <p>二、流量表 叶轮式流量表：利用叶轮把燃油流量转换成转速，通过测量转速从而指示体积流量（如公升/小时）。 角动量式流量表：根据流体动量或角动量与流量成正比，然后把角动量转换成力矩，从而测量质量流量（如磅/小时）。</p> <p>三、油量表 浮子式油量表：利用浮子把油箱液面高度转变成电阻，通过测量电阻从而进行油量指示。存在较大的姿态误差。 电容式油量表：利用电容传感器把油面高度转换成电容，通过测量电容从而指示油量。存在温度误差和换油误差。</p>	样题：燃油流量和油量分别有哪些测量方法？

2.8.4 温度表

备注:

一、温度表的分类

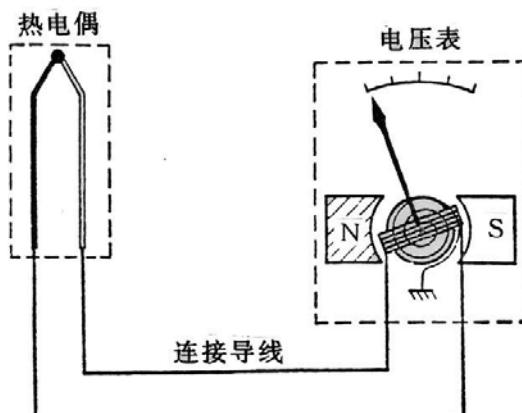
直升机上常用的温度表有两类：电阻式温度表和热电偶式温度表。电阻式温度表用于测量较低的温度，如滑油温度；热电偶式温度表用于测量较高的温度，如气缸头温度、排气温度等。

二、电阻式温度表的工作原理

电阻式温度表是利用导体或半导体的电阻随温度变化的特性制成的测温仪表。传感器是感温电阻，感受被测气体或液体的温度。随着被测温度的升高或降低，感温电阻的阻值也将升高或降低，从而把被测温度变成电阻值，变化的电阻值显示为电压或电流的变化，从而指示温度的变化。

三、热电偶式温度表的工作原理

热电偶式温度表是利用热电偶的热电效应制成的测温仪表。传感器是热电偶，热电偶的热端感受被测温度，当热电偶的热端和冷端的温度不同时回路中便产生热电势，如果保持冷端温度不变（规定为零度），热电势的大小就只与热端温度有关。因此一个以温度为刻度的电压表，就可以测量热电势的大小，从而指示出热电偶热端所测温度的高低。



样题：滑油温度表是哪种类型的温度表？

2.9 直升机防撞线机载设备	备注: IB-FS-2015-03 直升机防撞线机载设备信息
<p>直升机撞线一直是直升机超低空运行中面临的一大难题，与电线相碰撞可能会导致严重的后果。目前多种设备可以在直升机接近电线时，向飞行员发出告警或提供主动防护。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 飞行报警系统（FLARM） 飞行报警系统是以全球定位系统为基础的现有机载系统，它能够对静止障碍物提供听觉和视觉报警。该系统主要用于防止滑翔机在空中和与静止障碍物发生相撞。 2. 撞线防护系统（WSPS） 撞线防护系统由安装于直升机机身顶部或机头下部的一个或多个切割器组成，该系统能够在直升机发生正面撞线时提供一定程度的防护，其中上方切割器用于保护主旋翼的控制机构；下方切割器用于保护滑橇式起落架。 3. 电力线缆检测器 电力线缆检测器是一种能够感应到电力线缆周围的电磁场的系统。在靠近线缆时，该系统利用这些信息向飞行员发出告警。 4. 障碍物感知系统雷达 障碍物感知系统雷达使用安装在直升机机头处的雷达发出频率为35GHz的无线电波以检测飞行路径中的障碍物。系统应用来自GPS接收器的数据计算出19秒钟后该直升机的飞行路径，然后绘制出三个潜在风险逐渐增大的区域。如果在这三个区域中的任一区域中存在障碍物，系统将会向飞行员发出告警。 5. 激光障碍物感知系统 激光障碍物感知系统能够检测诸如线缆等小型障碍物，并将这些数据提供给直升机的定位、控制、显示或导航系统。 6. 可视激光雷达显示器 直升机激光雷达是一种能够感应到线缆般细小的障碍物的检测系统，因此可将其用于撞线防护。该系统采用安装于直升机机身上的人眼安全激光向飞行员传达有关周围环境的信息，可同时提供视觉显示和声音告警信号。 7. 增强型近地告警系统(EGPWS) 增强型近地告警系统采用由霍尼韦尔公司维护的数据库，其中存有北美洲所有高度大于等于地平面上30英尺的障碍物的数据。直升机需要配备GPS天线和近地告警系统计算机单元。当直升机靠近某一障碍物或线缆时，将向飞行员发出声音告警。 	

样题：有哪些常见的防撞线机载设备？

3.1.1 直升机性能等级	备注：参考 ICAO 附件 6 第 3 部分
----------------------	------------------------

按ICAO附件6，直升机性能等级划分为：

I 级性能，指在临界发动机失效的情况下，具有使直升机继续安全飞行到合适着陆区的性能，除非上述发动机失效情况发生在达到起飞决断点(TDP) 之前或通过着陆决断点(LDP) 之后，在这两种情况下，直升机必须能够在中断起飞或着陆区内着陆。

II 级性能，指在临界发动机失效的情况下，具有使直升机继续安全飞行到合适着陆区的性能，除非上述发动机失效情况早在起飞阶段或迟至着陆阶段发生，在这两种情况下，可能有必要实施迫降。对于 **II** 级性能的直升机，某些情况下，通过减载可以达到 **I** 级性能。

III 级性能，指在飞行中任何时候发生发动机失效的情况下，都有必要实施迫降。对于单发直升机，需要紧急迫降；而对于多发直升机，在任何阶段，可能有必要实施迫降。

此类分级只表明直升机运行过程中所具有的性能，当气象条件、商载等情况发生变化时，同一架多发直升机可能具有 **I** 级、 **II** 级或 **III** 级性能。

按照运行划分：

A 类运行直升机

指的是装有多台发动机的直升机，该直升机具有CCAR-29规定的发动机和系统隔离特性并能够使用根据临界发动机失效概念编排的起飞和着陆数据实施运行。这一关键发动机失效概念可确保提供足够的指定地面区域和保证继续安全飞行或安全中断起飞的足够性能能力。

B 类运行直升机

指的是装有一台或多台发动机的、但未能满足A类标准的直升机。**B**类直升机在一台发动机发生故障时没有可靠的能力继续安全飞行，而需要实施迫降。

I 级性能	此类性能直升机满足A类航空器建造/认证标准，可以按照A类运行。
II 级性能	此类性能直升机可以通过减少商载来满足A类航空器建造/认证标准，按照限制A类运行。一般不建议在夜间或恶劣环境中自/至高架直升机场或直升机停机坪进行载客运行。
III 级性能	此类性能直升机，如果直升机发生发动机故障，则对于单发直升机，需要紧急迫降，而对于多发直升机，可能需要强行降落。部分此类多发直升机可能可以通过减少商载来满足A类航空器建造/认证标准，按照限制A类运行。一般不建议此类性能直升机在夜间或恶劣环境中进行载客运行。

样题：简述 A 类运行直升机的特点。

3.1.2 直升机性能相关术语	备注: 参考 ICAO 附件 6 第三部分 CCAR27, 29 部
<p>一、起飞安全速度 V_{toss}</p> <p>在关键发动机不工作，其余发动机在审定的使用极限内运转时能实现爬升的最低速度，部分机型可能将此速度称为 V_2。</p> <p>二、起飞决断点 TDP (CDP)</p> <p>用以确定起飞性能的点，从该点开始，如果发动机发生失效，或需要中断起飞或继续安全起飞。起飞决断点仅适用于具有 I 级性能运行的直升机。</p> <p>起飞决断点可以用速度、时间、高度或其他方式来确定。</p> <p>三、着陆决断点 LDP</p> <p>用以确定着陆性能的点，自该点起，如果发动机发生故障，着陆仍可继续安全地进行或开始中断着陆。着陆决断点仅适用于具有 I 级性能运行直升机。</p>	
样题：简述 V_{toss} 的定义。	

3.1.3 直升机性能限制

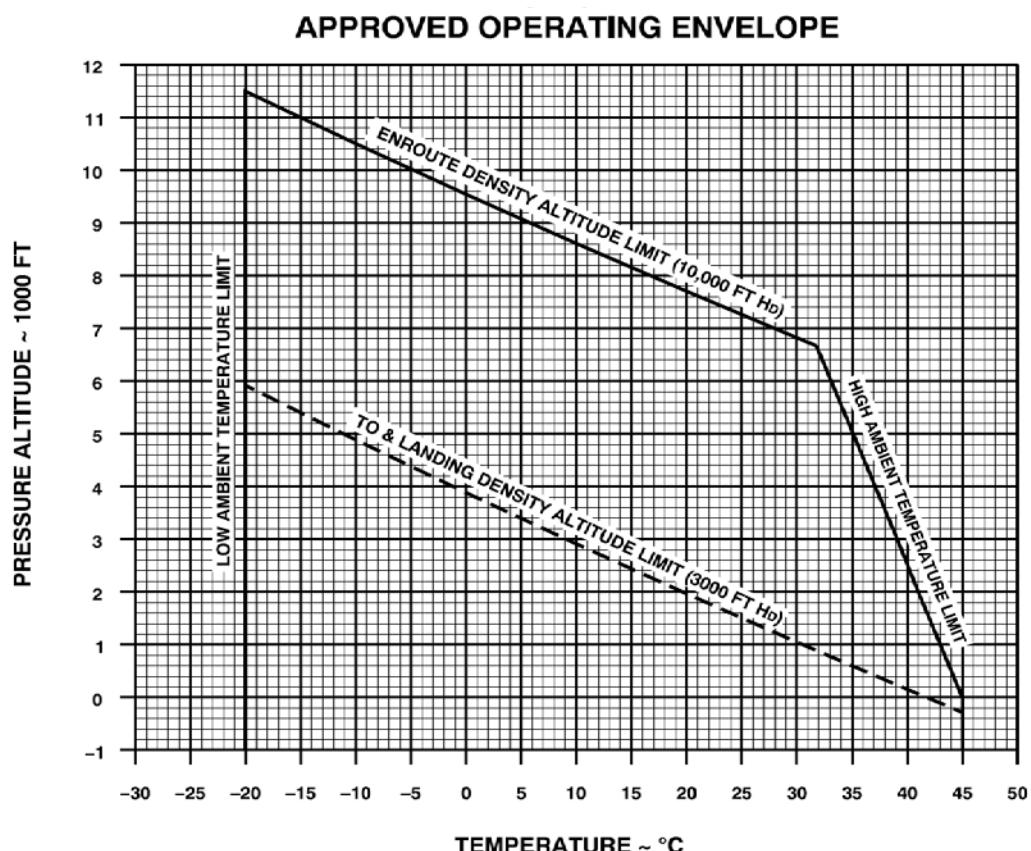
备注:

一、速度限制

1. 不可超越速度 (V_{NE})
2. 最小仪表飞行速度 (V_{MINI})
3. 主起落架放下时最大飞行速度 (V_{LE})
4. 风挡雨刮器工作时的最大飞行速度
5. 操纵滑动舱门运动时的最大飞行速度
6. 直升机侧飞或侧风悬停时允许的最大侧风风速

二、直升机运行的高度和温度限制

直升机运行的高度和温度限制，也称为直升机运行的环境包线，是直升机能够运行的高度和温度范围。在环境包线内数据是经过适航审定的。如图所示。



某机型运行包线

样题：直升机环境包线的作用是什么？

3.1.4 气压高度和密度高度

备注：

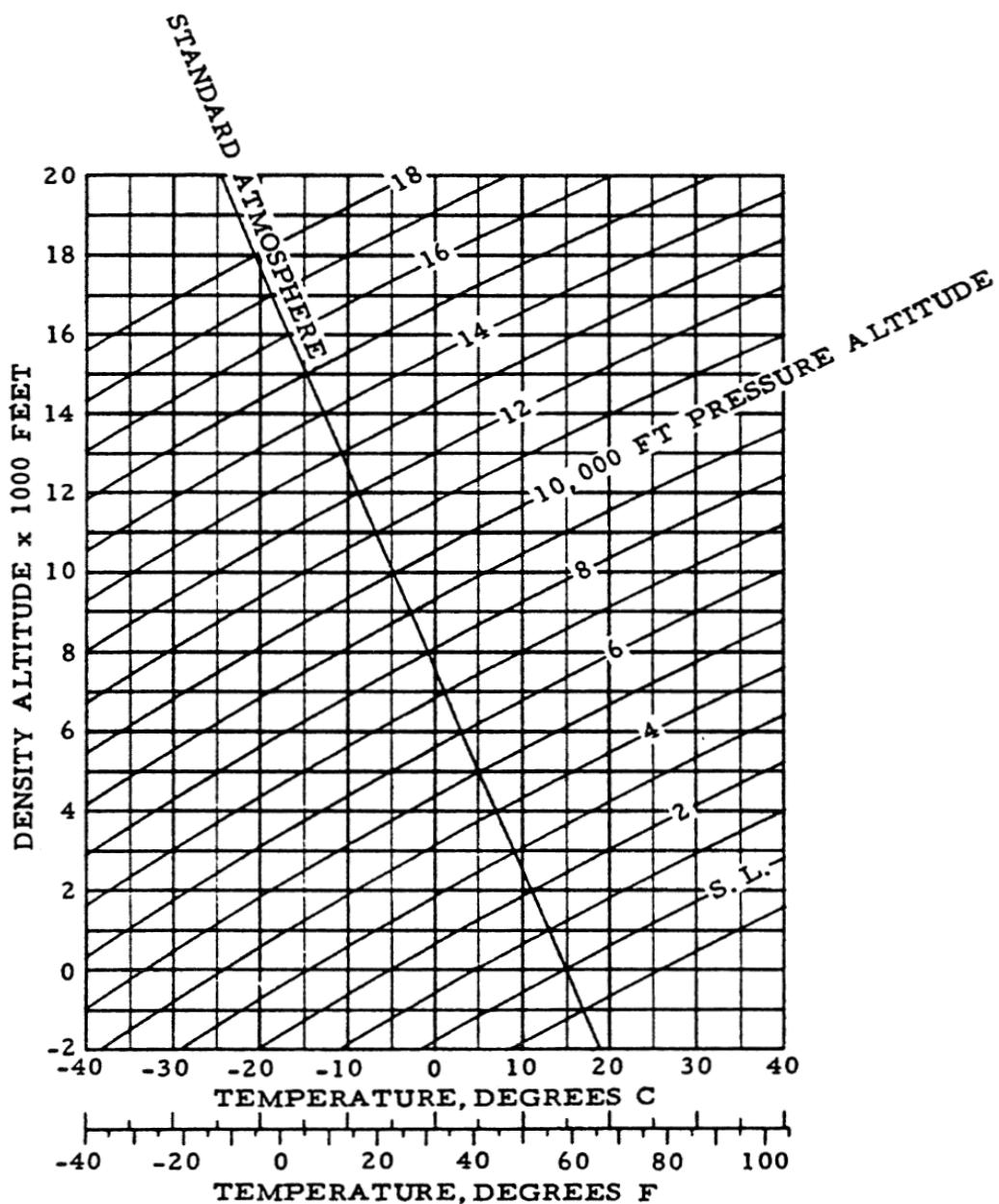
一、气压高度

通过测到当前高度的气压值，按照国际标准大气条件转化得到的高度叫做气压高度。

二、密度高度

在气压高度的基础上，修正温度偏差后得到的高度叫做密度高度。密度高度可用于确定直升机的飞行性能。

影响密度高度的因素有温度、湿度、压强。



气压高度和密度高度转化图

样题：气压高度和密度高度的关系是什么？

3.2.1 起飞相关距离

备注：ICAO 附件 6
CCAR27, 29 部

一、所需起飞距离（仅指具有 I 级性能运行的直升机）

临界发动机在起飞决断点被确认失效后，其余发动机在批准的使用极限内运转的情况下，从起飞开始到达达到 V_{TOSS} 速度、升至一个选择的高度并实现正爬升梯度的那点所需的水平距离。

选择高度可参考两个因素之一确定：1) 起飞表面；或 2) 根据所需起飞距离内的最高的障碍物确定的高度。

二、所需中断起飞距离（仅指具有 I 级性能运行的直升机）

从起飞开始到直升机发生一台发动机失效并在起飞决断点中断起飞后达到完全停住所需的水平距离。

起飞距离(英尺, 50英尺越障)					
总重 (磅)	气压高度 (英尺)	-13°F -25°C	23°F -5°C	59°F 15°C	95°F 35°C
2,150	SL	373	401	430	458
	2,000	400	434	461	491
	4,000	428	462	494	527
	6,000	461	510	585	677
	8,000	567	674	779	896
	2,500	531	569	613	652
2,850	SL	568	614	660	701
	2,000	611	660	709	759
	4,000	654	727	848	986
	6,000	811	975	1,144	1,355
	8,000	743	806	864	929
	2,000	770	876	929	1,011
4,000	861	940	1,017	1,102	1,320
	6,000	939	1,064	1,255	1,538
	8,000	1,201	1,527	—	—

图 1 表格形式的起飞距离计算表

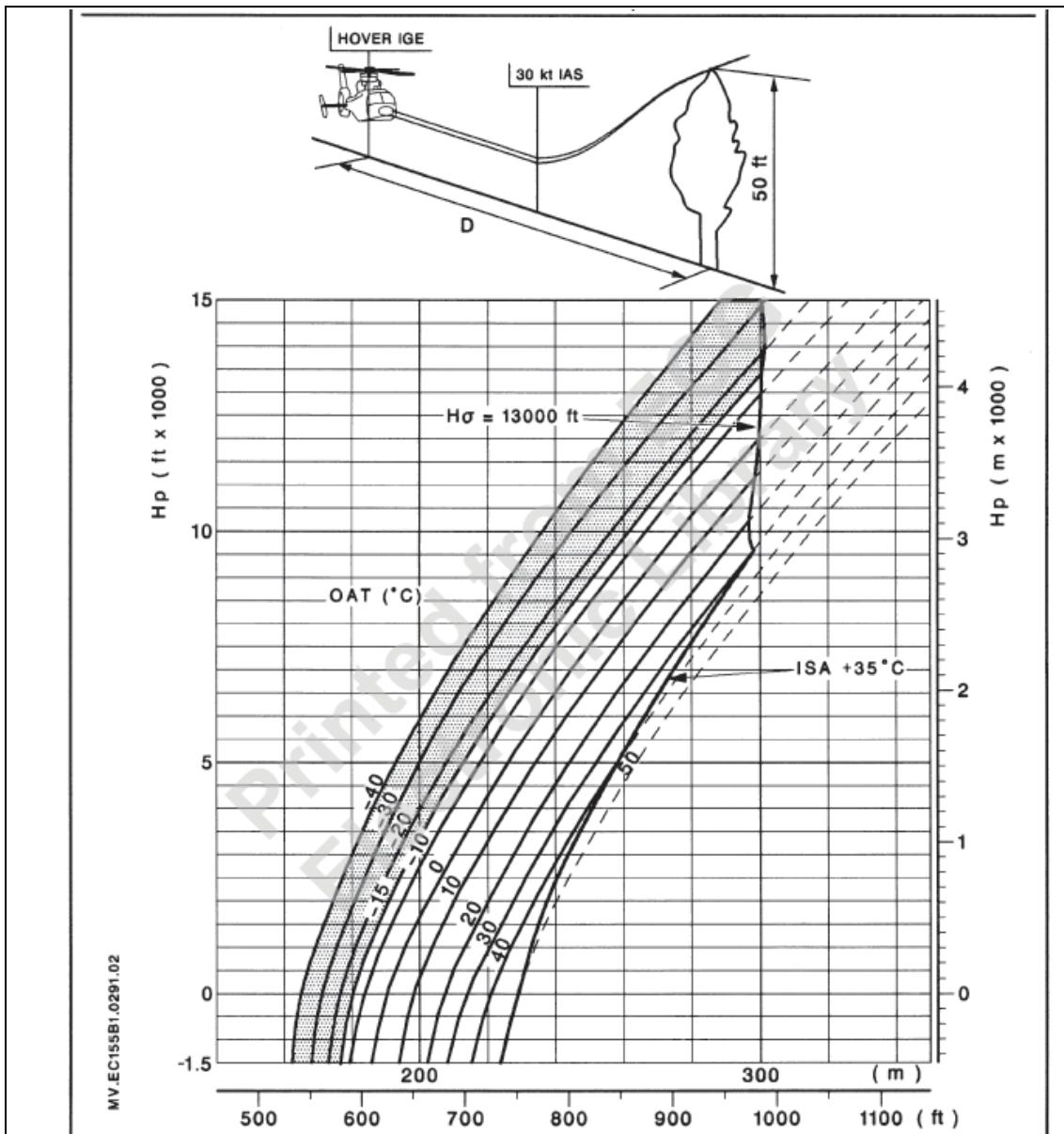


图 2 曲线形式的起飞距离计算表

CATEGORY "A"
REJECTED AND CONTINUED TAKEOFF DISTANCES

BLEED AIR OFF ANTI-ICE OFF OR ON
 HARD SURFACE RUNWAY

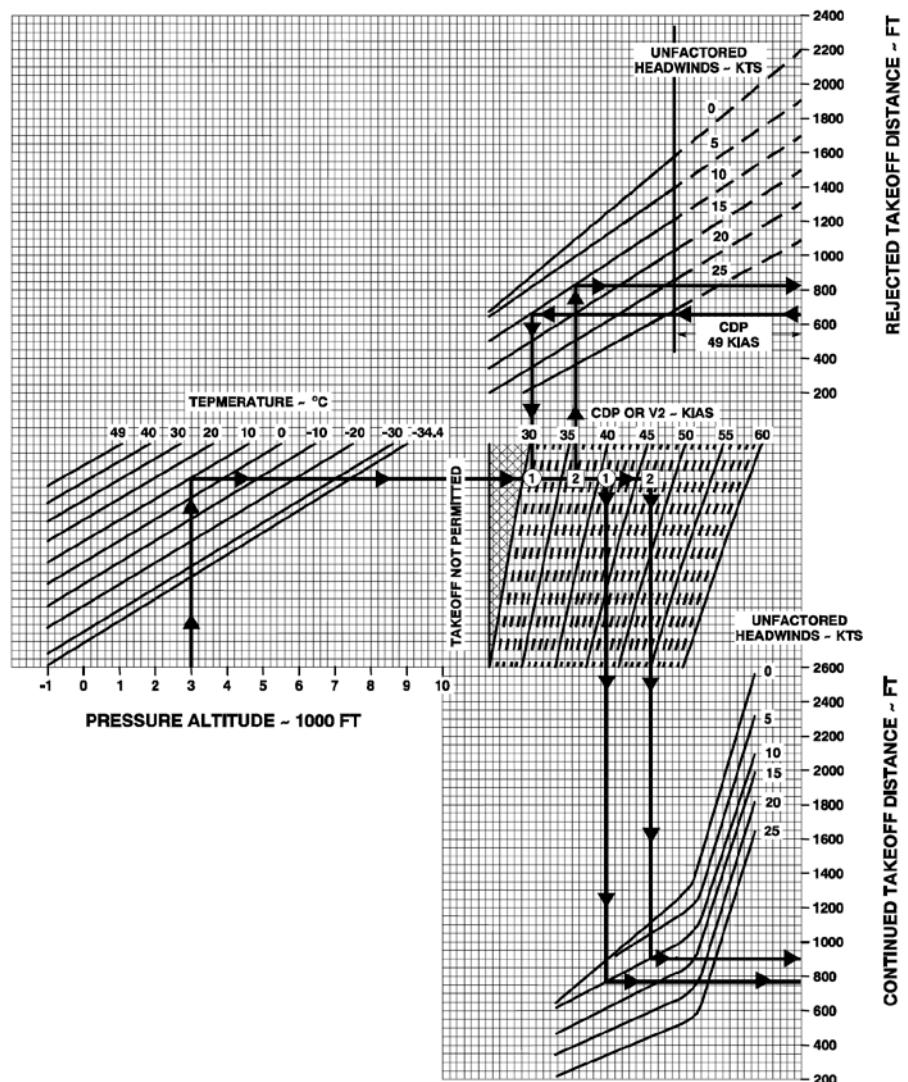


图 3 继续起飞和中断起飞距离

样题：根据图 2 中的已知条件，计算双发超越 50 英尺障碍物所需距离？

3.2.2 最大起飞重量

备注:

最大起飞重量确定图表使用

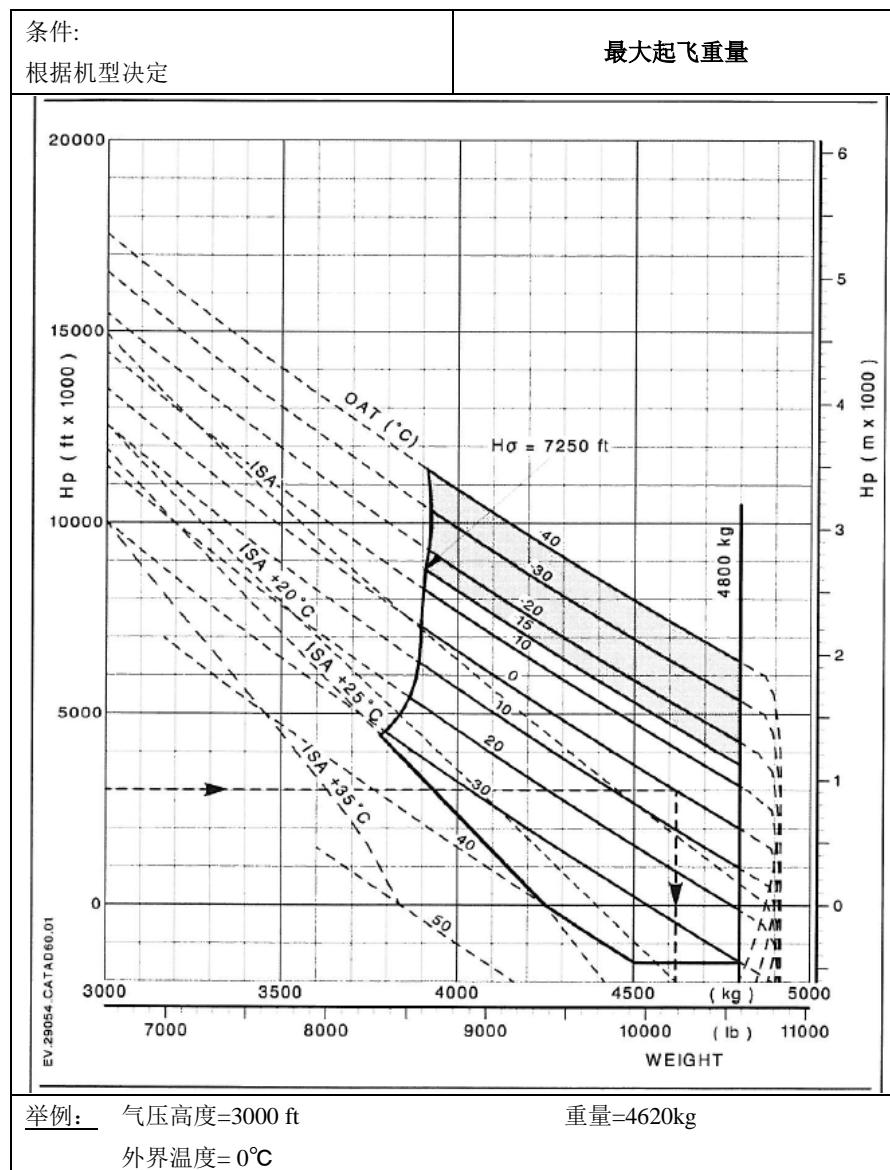


图 1 最大起飞重量的确定 (1)

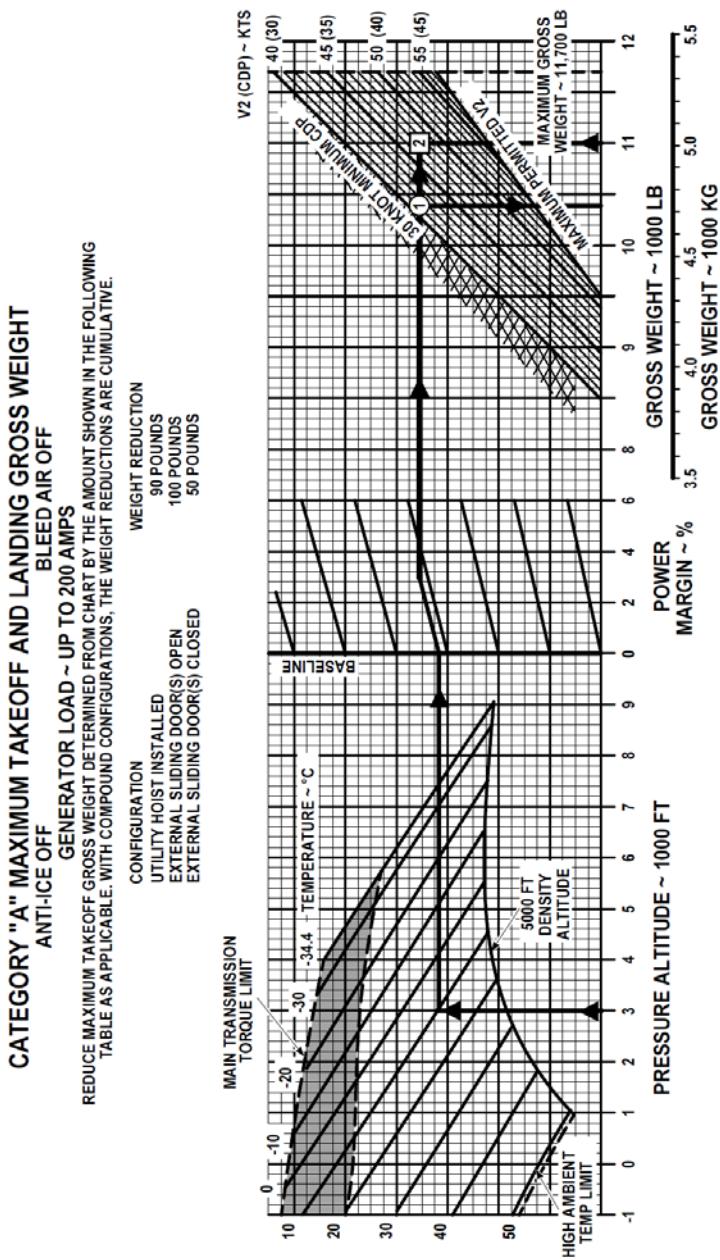


图 2 最大起飞重量的确定 (2)

样题：根据图 1 中的已知条件计算直升机最大起飞重量？

3.3.1 上升性能的概念	备注:	
3.3.1.1 上升角和上升率		
<p>一、上升角和上升梯度的定义 上升角是上升轨迹与水平面的夹角。 上升梯度是上升过程中上升的高度与水平距离的比值。</p> <p>二、上升率的定义及单位 单位时间内直升机上升的高度称为上升率，单位为 ft/min。</p> <p>三、影响上升率的因素 直升机重量增加，上升率减小。温度、压力高度增加，上升率减小。</p>		
样题：请简述影响上升角和上升率的因素？		

3.3.1 上升性能的概念	备注：	
3.3.1.2 最大上升率速度		
<p>最大上升率速度 V_y: 在这个标定空速下，直升机在每单位时间内可以获得最大的高度增加。这个最大上升率速度通常地会随着高度的增加而缓慢降低。</p>		
样题：简述最大上升率速度定义。		

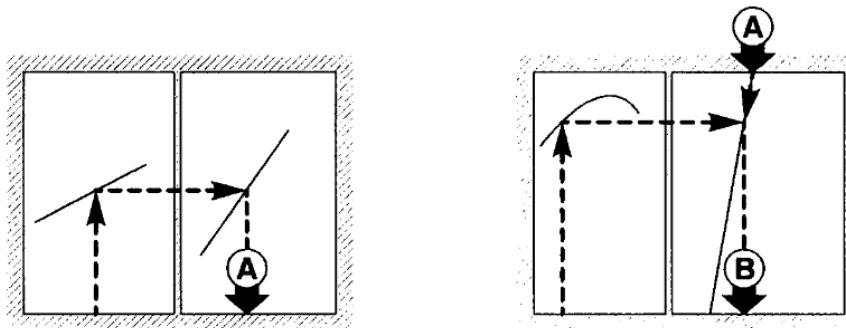
3.3.2 上升性能图表的使用

备注：

3.3.2.1 上升性能图表使用方法

上升性能图表的使用：

以某直升机图表为例



(A) WEIGHT INDEX
(决定重量指数)

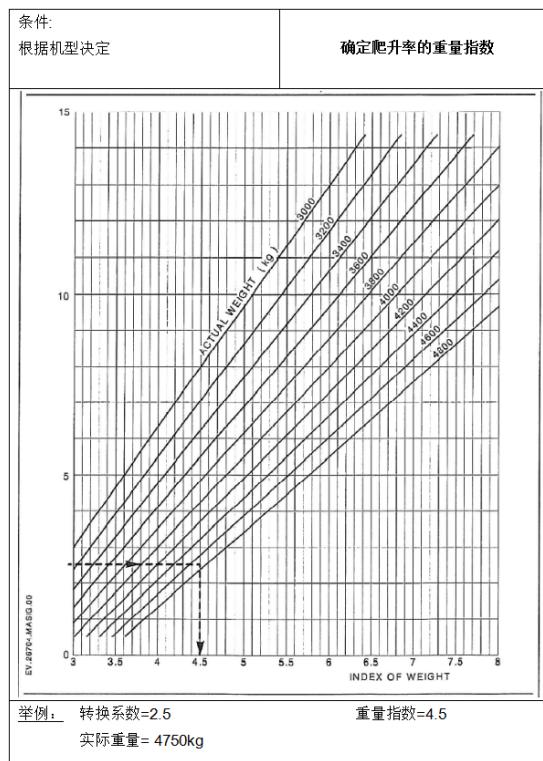
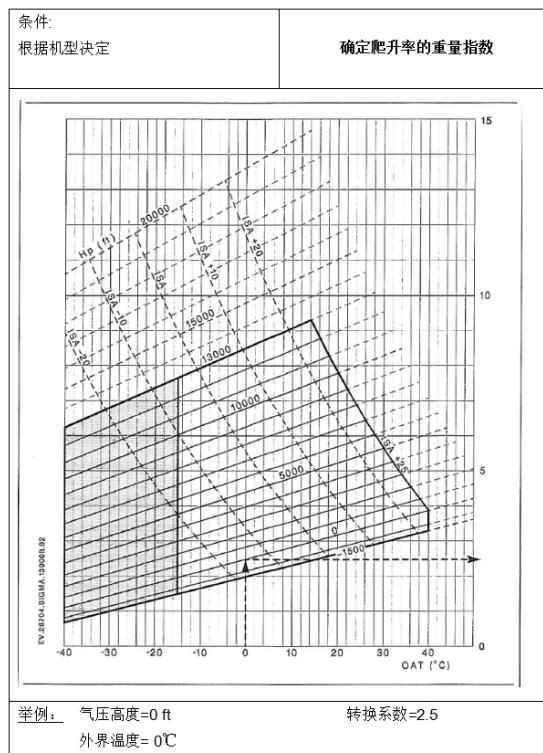
(B) R/C
(决定爬升率)

3.3.2 上升性能图表的使用

备注：

3.3.2.1 上升性能图表使用方法（续）

双发工作在 Vy 时上升率图表：



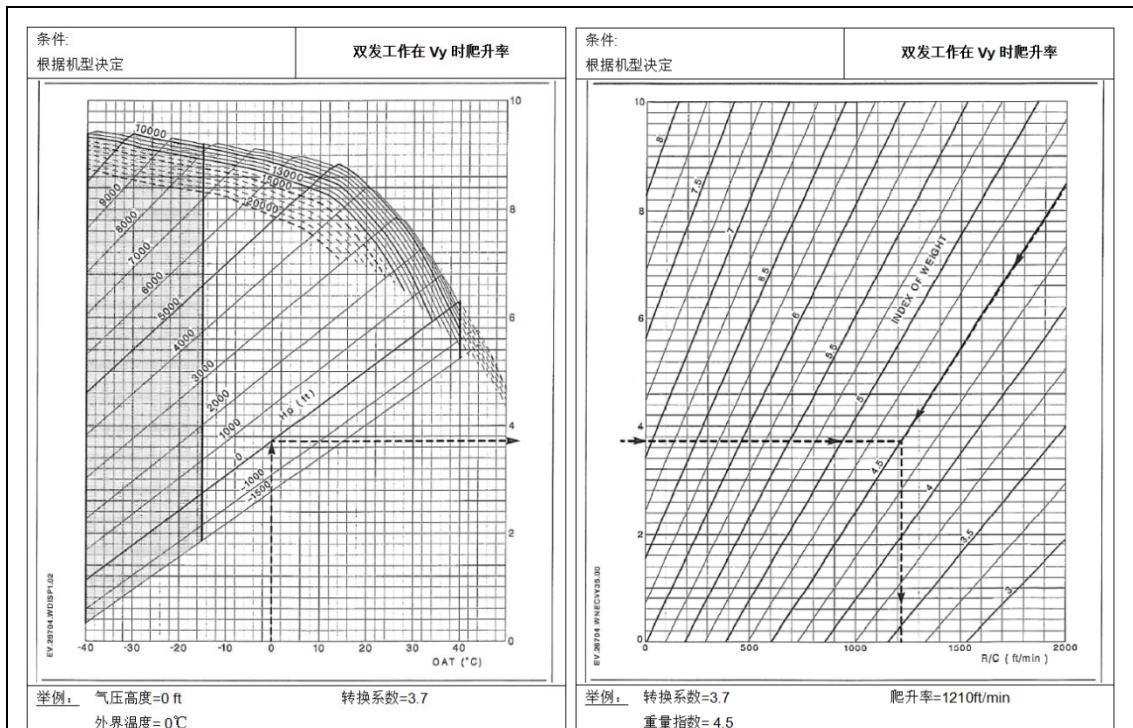


图 1 某机型上升率的计算图表（某欧洲直升机）

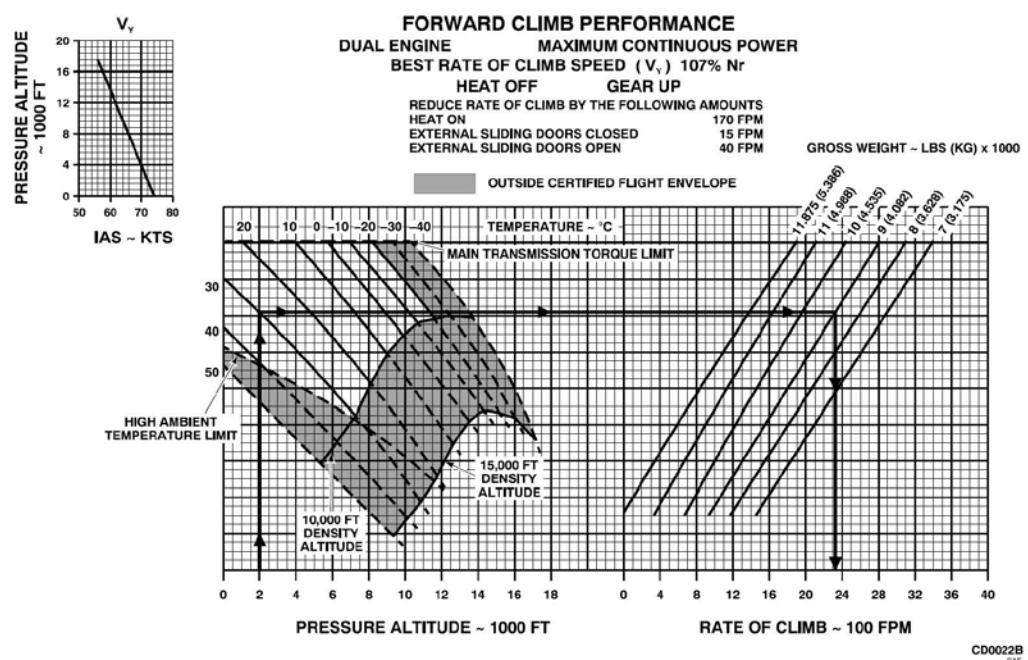


图 2 某机型上升率的计算图表（某美国直升机）

样题：根据图 1 和已知条件计算双发工作下的上升率？

3.3.2 上升性能图表的使用

备注：

3.3.2.2 单发以150ft/min上升率爬升的起飞重量

单发 OEI 以 150ft/min 上升率爬升的起飞重量图表：

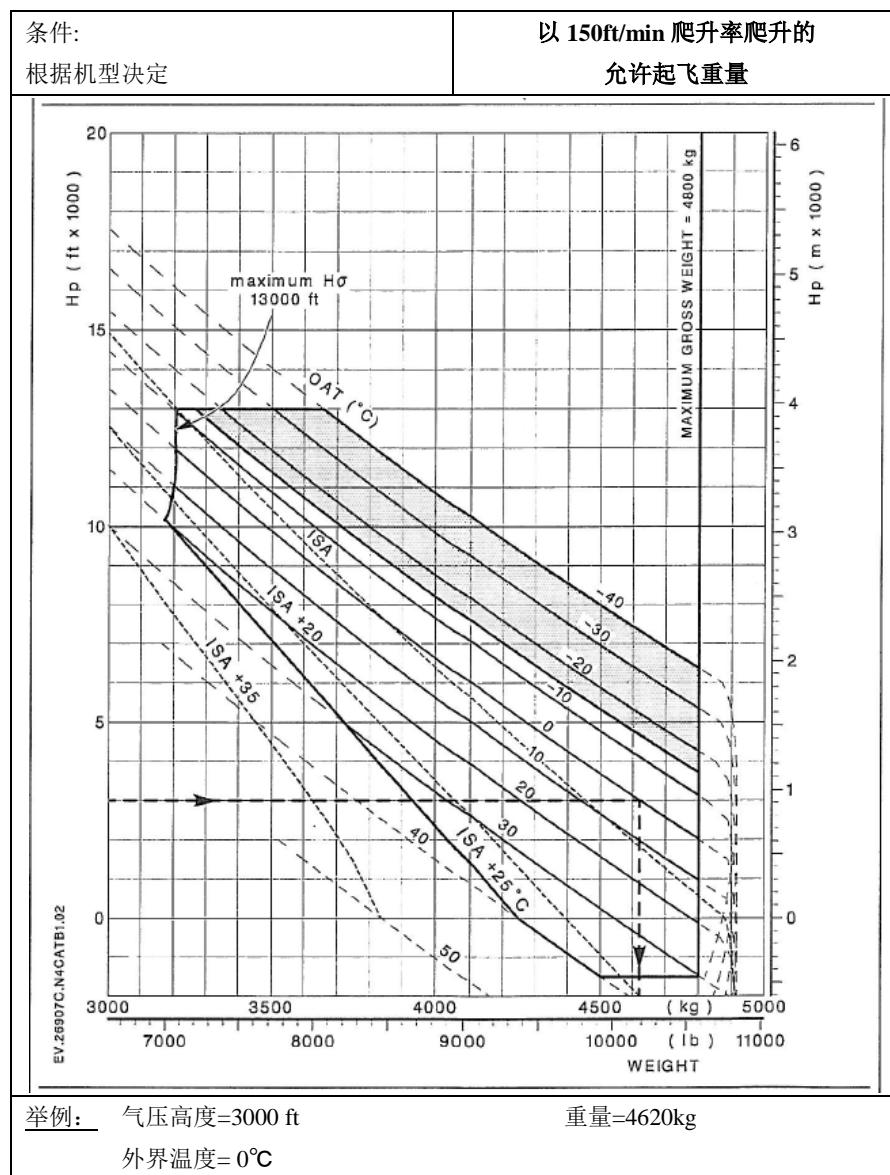


图 1 一发失效上升率计算图表

样题：根据图 1 和已知条件计算单发以 150ft/min 上升率爬升的起飞重量？

3.4.1 双发有地效悬停性能限制

备注：

双发有地效悬停性能：

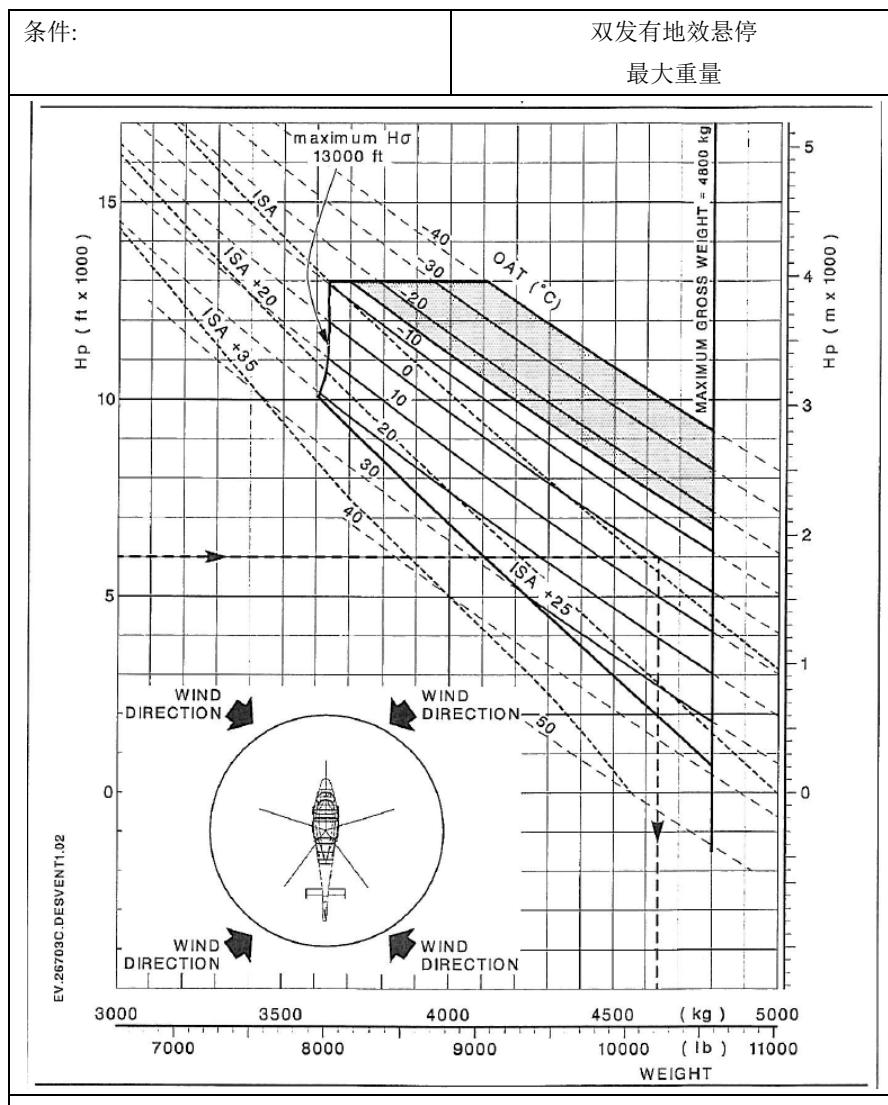


图 1 双发有地效悬停性能图表

样题：根据图 1 中的已知条件计算直升机双发有地效悬停最大重量？

3.4.2 双发无地效悬停性能限制

备注:

双发无地效悬停性能:

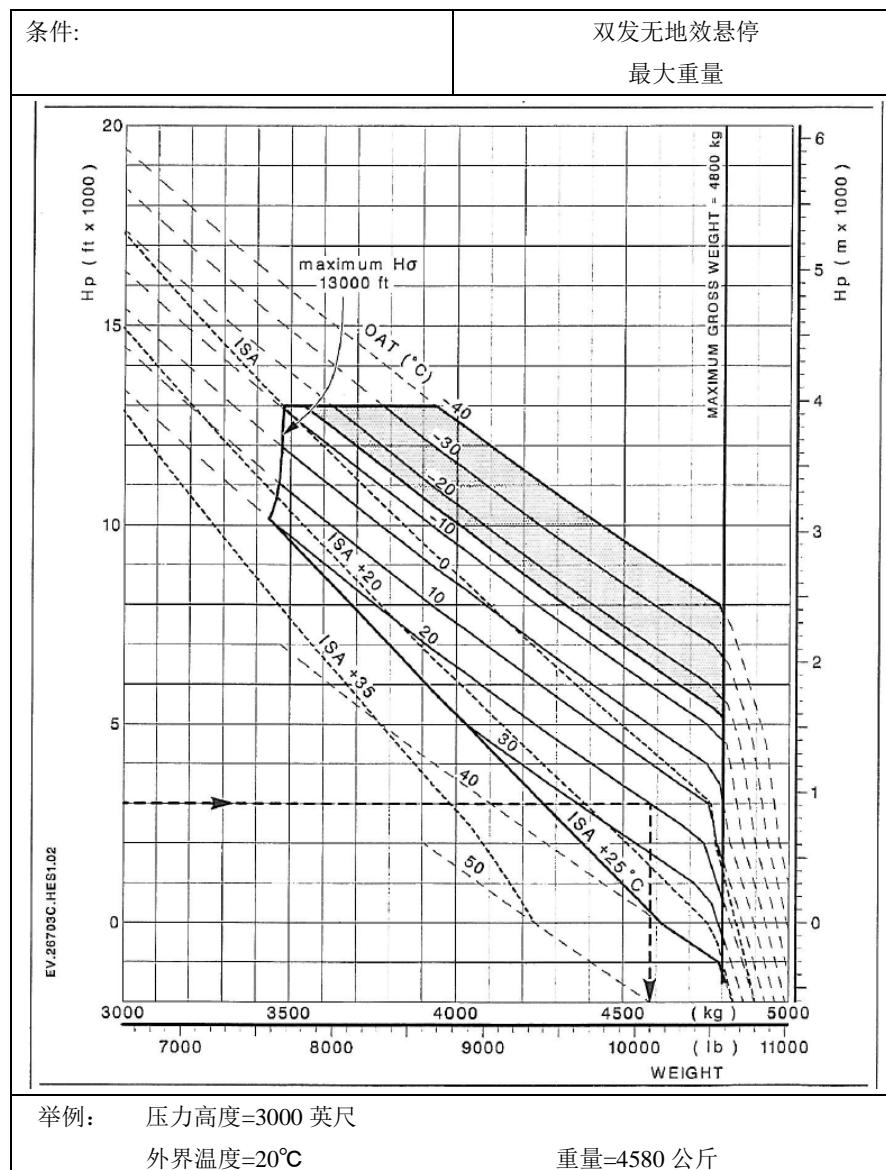


图 1 双发无地效悬停性能图表

样题: 根据已知条件计算直升机双发无地效悬停最大重量?

3.4.3 悬停时侧风和顺风限制

备注：

悬停时侧风和顺风包线：

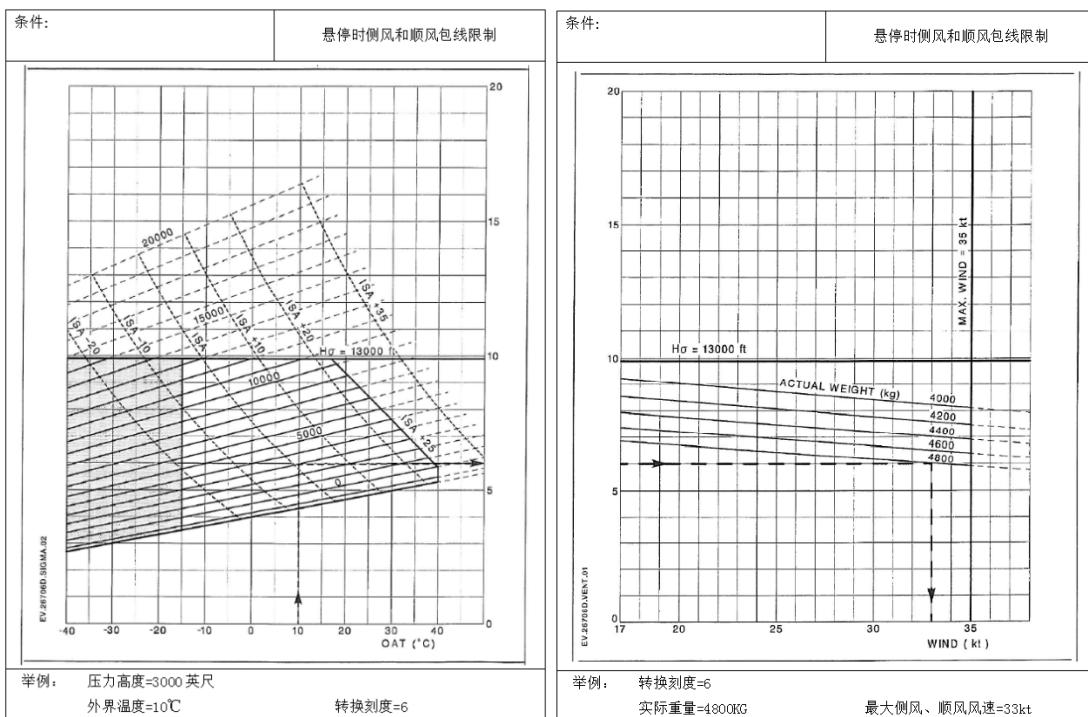


图 1 悬停时侧风和顺风限制图表

样题：根据图 1 中的条件计算直升机悬停侧风与顺风限制？

3.5.1 燃油计划及备降场要求	备注： CCAR-135部第135.233条， CCAR-91部第91.167条
-------------------------	---

一、目视飞行规则条件下的燃油要求

根据《一般运行和飞行规则》的规定，旋翼机驾驶员在目视飞行规则条件开始飞行前，必须考虑风和预报的气象条件，在旋翼机装载足够的燃油，这些燃油能够保证旋翼机飞到第一个预定着陆点着陆，并且此后按正常巡航速度还能至少飞行20分钟。

二、仪表飞行规则条件下的燃油要求

《一般运行和飞行规则》对仪表飞行规则条件下的飞行的燃油要求如下：

1. 航空器驾驶员在仪表飞行规则条件下开始飞行前，必须充分考虑风和预报的气象条件，在航空器上装载足够的燃油，这些燃油能够：

- (1) 飞到目的地机场着陆；
- (2) 然后从目的地机场飞到备降机场着陆；

(3) 在完成上述飞行之后，对于直升机，备降起降点上空 450 m (1 500 ft) 高度以等待速度飞行 30 分钟，并且加上附加燃油量，以便在发生意外情况时足以应付油耗的增加。

(4) 按 2 (2) 的要求，当没有适合的备降机场时，飞至这次飞行所计划的起降点然后以等待速度飞行 2 小时。

2. 对于直升机，在符合下列条件时，可以不选用备降机场，1 (2) 项不适用：

(1) 云高高于机场标高 300 m 或高于适用的进近最低标准之上 120 m (以高者为准)，能见度 3 km 或高于程序规定的最低标准 1 500 m (以高者为准)，或

- (2) (i) 预定着陆起降点地处孤立，无适当的目的地备降机场；
- (ii) 该孤立的预定着陆起降点规定有仪表进近程序；
- (iii) 当目的地为近海起降点时，确定了一个不能返航点。

3. 在下述条件下，可以为直升机指定适当的近海备降起降点：

(1) 仅在飞过不能返航点之后使用近海备降起降点，不能返航点之前必须使用岸上备降机场；

- (2) 在确定备降起降点适用性时，必须考虑关键操纵系统和关键部件的机械可靠性；
- (3) 在到达备降起降点之前，保证单台发动机失效时的性能水平；
- (4) 必须保证直升机起降平台可用；
- (5) 天气资料必须准确可靠。

4. 当直升机携带的燃油足以飞往岸上的某个备降起降点时，不应使用近海备降起降点。这种情况应视为例外，而且不应包括恶劣天气条件下业载增加的情况。

5. 直升机在计算所需的燃油和滑油量时，至少必须考虑下列因素：

- (1) 预报的气象条件；
- (2) 预期的空中交通管制航路和交通延误；
- (3) 仪表飞行时，在目的地起降点进行一次仪表进近，包括一次复飞；
- (4) 释压程序（如适用），或在航路上一台动力装置失效时的程序；
- (5) 可能延误直升机着陆或增加燃油和/或滑油消耗的任何其他情况。

样题：目视气象条件和仪表气象条件下的燃油要求？

3.5.2 飞行计划	
3.5.2.1 飞行计划的申报	备注：民用航空飞行动态固定格式电报管理规定（AP-93-TM-2012-01）

根据《民用航空飞行动态固定格式电报管理规定》第十五条，航空器营运人及其代理人应当于航空器预计撤轮挡时间2小时30分钟前提交飞行计划。遇有特殊情况，经与计划受理单位协商，最迟不晚于航空器预计撤轮挡时间前75分钟提交飞行计划。国内航空器营运人执行国内飞行任务不得早于预计撤轮挡时间前24小时提交飞行计划；航空器营运人执行其他任务不得早于预计撤轮挡时间前120小时提交飞行计划。

航空器营运人及其代理人不得为同一飞行活动重复提交飞行计划。

样题：对民用航空器飞行计划的提交时间有什么规定？

<h3>3.5.2 飞行计划</h3> <h4>3.5.2.2 飞行计划填写</h4> <p>飞行计划的内容：</p> <p>飞行计划必须包括下列各项内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 航空器识别标志 — 飞行规则和飞行类型 — 航空器架数、型号和按尾流的分类 — 设备 — 起飞机场（见注1、注 3） — 预计取开轮挡时间（见注2） — 巡航速度 — 巡航高度层 — 飞行航线 — 目的地机场和预计经过总时间 — 备降机场 — 燃油续航时间 — 机上总人数 — 紧急和救生设备 — 其他资料 <p>注 1：飞行中提交飞行计划时，对本项内容提供的资料是指如果需要可以获取本次飞行补充资料的地点。</p> <p>注 2：飞行中提交飞行计划时，对本项内容提供的资料是指本次飞行计划从航路第一点开始的时间。</p> <p>注 3：“机场”一词在飞行计划中也包括某些类型的航空器（如直升机或气球）使用的机场之外的场地。</p> <p>飞行计划填写：</p> <p>不论提交飞行计划目的如何，适用时，飞行计划必须包括关于提交飞行计划的航路或其中一段航路，直至包括“备降机场”各项内容的资料。</p> <p>此外适用时，飞行计划还必须包括有关ATS当局规定的或提交飞行计划的人认为必要的其他各项内容的资料。</p>	备注：ICAO 附件2 空中规则
样题： ICAO飞行计划中包含哪些内容？	

3.5.2 飞行计划

3.5.2.3 ICAO飞行计划的格式

备注：民用航空飞行动态固定格式电报管理规定（AP-93-TM-2012-01）

ICAO飞行计划的内容应当包括：飞行任务性质、航空器呼号、航班号、航空器型别、机载设备、真空速或马赫数、起飞机场、预计起飞时间、巡航高度层、飞行航线、目的地机场、预计飞行时间、航空器国籍和登记标志、航空器携油量、备降机场等。

ICAO飞行计划格式如下图：

中 国 民 用 航 空 局 CIVIL AVIATION ADMINISTRATION OF CHINA	
飞行计划 FLIGHT PLAN	
电报等级 PRIORITY ←FF→	收电地点和单位 ADDRESSEE(S)
申报时间 FILING TIME	发电地点和单位 ORIGINATOR
收电(或)发电地点和单位简称 SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR	
报类 3 MESSAGE TYPE ←(FPL→	航空器识别标志 7 AIRCRAFT IDENTIFICATION
架数 9 NUMBER	航空器型别 TYPE OF AIRCRAFT
起飞机场 13 DEPARTURE AERODROME	按尾流分类 WAKE TURBULENCE CAT
巡航速度 15 CRUISING SPEED	时间 TIME
	飞行规则 8 FLIGHT RULES
	飞行种类 TYPE OF FLIGHT
	设备 10 EQUIPMENT
目的地机场 16 DESTINATION AERODROME	预计经过时间 TOTAL EET 小时·分钟 HR. MIN
其它资料 18 OTHER INFORMATION —REG/	备降机场 ALTN AERODROME
	第二备降机场 2ND ALTN AERODROME
续航能力 19 ENDURANCE 小时·分钟 HR. MIN	
补充资料(在申报飞行计划申报中不发) SUPPLEMENTARY INFORMATION(NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)	
机上人数 PERSONS ON BOARD →P/	
应急无线电 EMERGENCY RADIO UHF VHF ELBA →R/ U V E	
救生设备 SURVIVAL EQUIPMENT →S / P D / M J / L F / UHF VHF 救生船 DINGHIES 数量 NUMBER 载量 CAPACITY 蓬 COVER →C →	
颜色 COLOUR → →	
航空器颜色和标志 AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS A /	
附注 REMARKS →N /	
机长 PILOT IN COMMAND C /	
申报人 FILED BY	

样题：编组10机载设备与能力中，填写S代表什么，都包括什么设备？

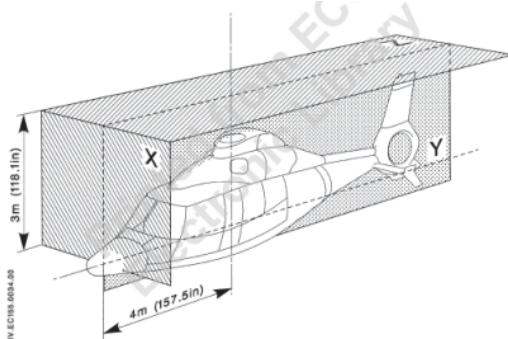
3.6.1 载重平衡基础

备注:

3.6.1.1 常见术语

一、基准 (Datum)

基准是用于标识重心位置的参考面，是一个假想的垂直平面，基准的位置一般由直升机制造厂商建立。



二、力臂(Balance Arm)

力的作用点到基准的距离。

三、力矩(Moment)

如果将一个物体的重量乘以其力臂，其结果即称为该物体产生的力矩。可以将力矩当作一个物体的重力作用在一定距离上产生的“力”来考虑。

四、基本空机重量 (Basic Empty Weight)

是由标准直升机、选装设备、不可用燃油和运行所需液体（包括发动机滑油）的重量组成。

五、装备空机重量(Equipped Empty Weight)

基本空机重量和外吊挂设备、绞车设备等任务相关设备重量之和。

六、运行空机重量 (Operational Empty Weight)

装备空机重量和机组成员重量之和。

七、商载 (Pay Load)

包括乘客、货物和行李的重量。

八、有用载荷 (Useful Load)

最大总重和基本空机重量的差值称为有用载荷,包括飞行机组、可用燃油、可排放滑油(如适用)和商载。

九、最大总重 (Maximum Weight)

直升机的最大重量。大多数直升机有内部最大总重（是指直升机结构内的重量）和外部最大总重（是指带有外挂载荷的直升机重量）。

十、最大起飞重量(Maximum Take-Off Weight)

最大起飞重量是指因设计或运行限制，直升机能够安全的悬停并起飞时所容许的最大重量。因直升机的特殊空气动力原理,最大起飞重量在有地效和无地效时有所不同,起飞前应查询相应机型飞行手册,确定最大起飞重量。

样题：装备空机重量和机组成员重量之和被称为什么？

3.6.1 载重平衡基础

备注:

3.6.1.2 重心的表示方法

一、重心的表示

不同机型的参考基准面由直升机制造商确定。飞行员应参照飞行手册，熟知所飞机型的基准面确定。

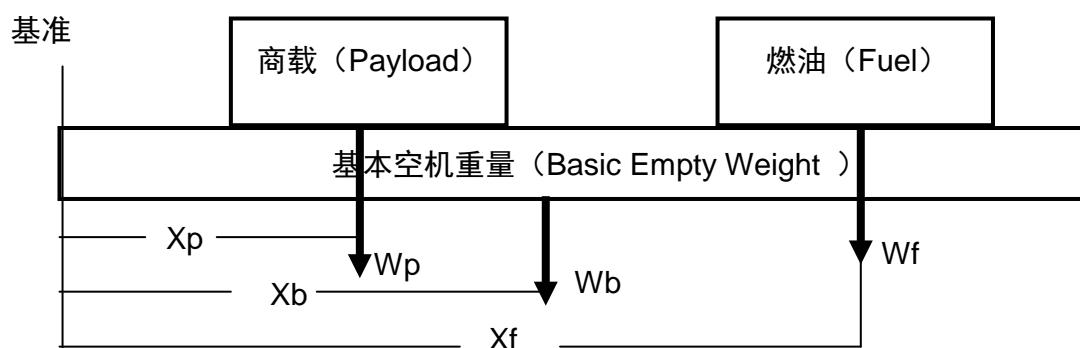
重心位置一般以到基准面的力臂表示。重心包括纵向重心和侧向重心。

二、重心基本确定原理

(1) 合力矩定理

一个力系的合力对任意一点的力矩等于各分力对同一点的力矩之和。

(2) 重心的确定



$$X_{cg} \cdot W_t = X_p \cdot W_p + X_f \cdot W_f + X_b \cdot W_b$$

$$\text{重心位置} = \frac{\text{总力矩}}{\text{总重量}}$$

样题：简述确定重心位置的基本原理。

3.6.1 载重平衡基础

备注:

3.6.1.3 重量和重心限制

一、重量检查

实际起飞重量不超过最大起飞重量。对于个别机型还应核实，实际起飞重量不得小于最小起飞重量，及实际总重不应超过最大滑行重量。

二、纵向、横向的重心位置限制

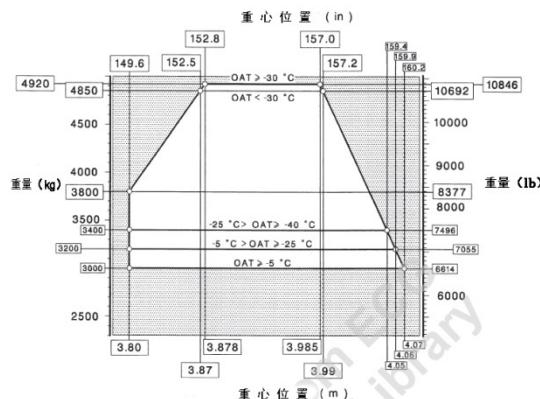


图 1 纵向重心随重量限制图

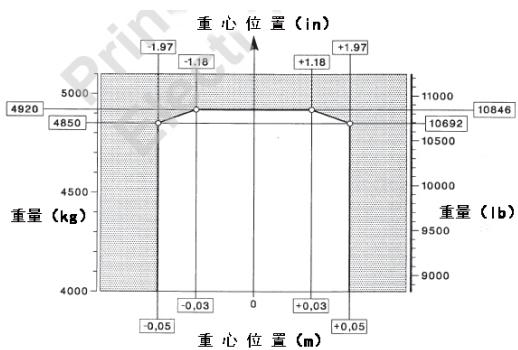


图 2 横向重心随重量限制图

三、客、货舱地板载重限制



图 3 载重限制标识卡

四、重心超限后的危害

当重心超过限制后，直升机的稳定性和操纵性变差，影响飞行安全。

例题：根据图3载重标识确定接触面为30cm*30cm，重量50kg金属货物可否放入？

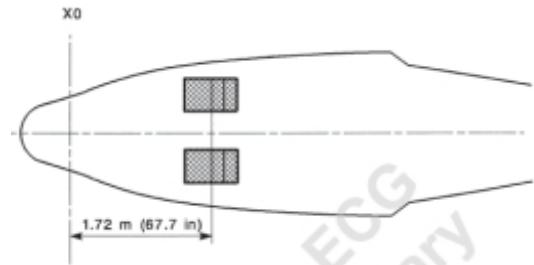
3.6.1 载重平衡基础

备注:

3.6.1.4 重心的计算

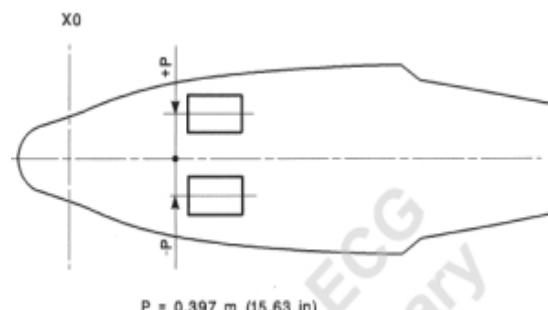
以某机型为例，示例重心计算方法：

一、机组



METRIC SYSTEM	
CREW WEIGHT (kg)	MOMENT (m.kg)
100	172
110	189
120	206
130	224
140	241
150	258
160	275
170	292
180	310

纵向



METRIC SYSTEM	
WEIGHT (kg)	MOMENT (m.kg)
60	24
70	28
80	32
90	36

横向

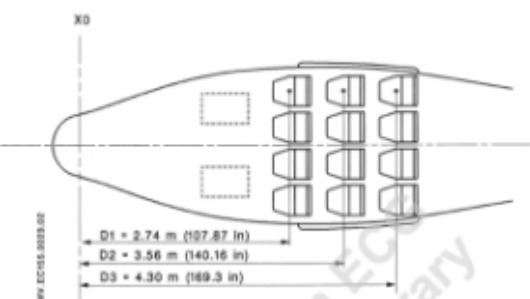
3.6.1 载重平衡基础

备注:

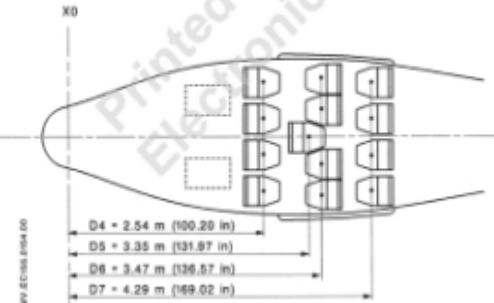
3.6.1.4 重心的计算 (续)

二、乘客

12-SEAT LAYOUT

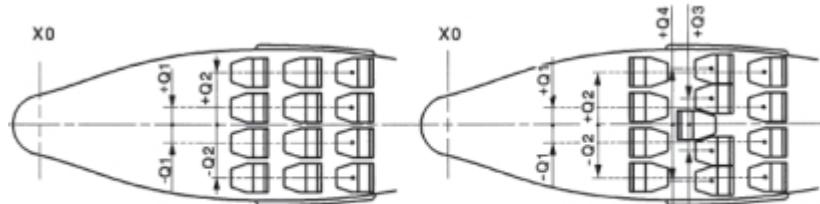


13-SEAT LAYOUT



WEIGHT (kg)	METRIC SYSTEM						
	MOMENT (m.kg)						
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
70	192	250	301	178	234	243	300
80	219	285	344	203	268	278	343
90	247	320	387	229	302	312	386
100	274	356	430	254	335	347	429
120	329	427	516	305	402	416	515
140	384	496	602	356		486	601
160	438	570	668	406		555	686
180	493	641	774	457		625	772
200	548	712	860	508		694	856
220	603	783	946	559		763	944
240	658	854	1032	610		833	1030
260	712	926	1118	660		902	1115
280	767	997	1204	711		972	1201
300	822	1068	1290	762		1041	1287
320	877	1139	1376	813		1110	1373
340	932	1210	1462	864		1180	1459
360	986	1282	1548	914		1249	1544

纵向



Q1 = 0.24 m (9.5 in) Q2 = 0.69 m (27.2 in)
Q3 = 0.38 m (15 in) Q4 = 0.78 m (30.7 in)

WEIGHT (kg)	METRIC SYSTEM			
	MOMENT (m.kg)			
	Q1	Q2	Q3	Q4
70	17	48	26.5	54.5
80	19	55	30.5	62.5
90	22	62	34	70
100	24	69	38	78
120	29	83	45.5	93.5
140	34	97		
160	38	110		
180	43	124		
200	48	138		
220	53	152		
240	58	166		
260	62	179		
280	67	193		

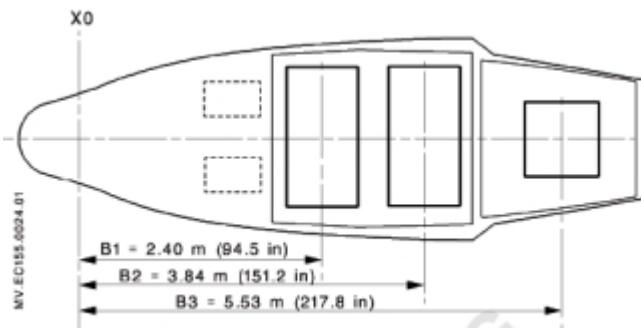
横向

3.6.1 载重平衡基础

备注:

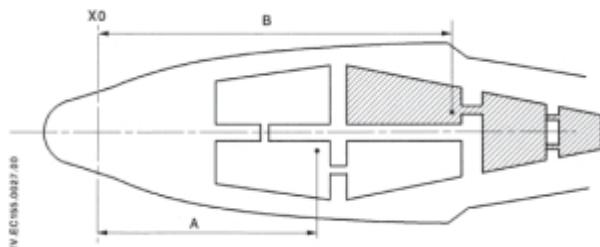
3.6.1.4 重心的计算 (续)

三、货物



METRIC SYSTEM			
WEIGHT (kg)	MOMENT (m.kg)		
	B1	B2	B3
50	120	192	276
100	240	384	553
150	360	576	829
200	480	768	1106
250	600	960	1382
300	720	1152	1659
350	840	1344	
400	960	1536	
450	1080	1728	
500	1200	1920	
550	1320	2112	
600	1440	2304	

四、油箱



METRIC SYSTEM			
QUANTITY kg	MOMENT (m.kg)		
	I	GROUP 1 (A)	GROUP 2 (B)
50	63	193	247
75	95	265	368
100	127	322	490
125	158	376	590
150	190	439	707
175	222	507	821
200	253	578	932
225	285	650	1053
250	316	722	1176
275	348	801	1299
300	380	879	1428
325	411	957	1560
350	443	1035	1698
375	475	1113	1834
400	506	1190	1966
425	538	1285	2104
450	570	1383	2245
465	577	1408	2280
475	601		2391
500	633		2538
525	664		2686
550	696		2837
565	704		2874

举例计算纵向重心:

	Weight	C.G. location	Moment
• Equipped empty weight	2668 kg	4.11 m	10965.5 m.kg
• Crew			
– 1 pilot + 1 copilot	150 kg		258 m.kg
• 12-seat layout			
– 4 passengers at front	320 kg		877 m.kg
– 4 passengers at middle	320 kg		1139 m.kg
– 4 passengers at rear	320 kg		1376 m.kg
• Fuel (standard tanks)			
– Tank 1 (380 l)	300 kg		879 m.kg
– Tank 2 (380 l)	300 kg		1428 m.kg
• Load in cargo compartment	100 kg		553 m.kg
TOTAL :	4478 kg		17475.5 m.kg
i.e. a CG location of	17475.5	= 3.90	
	4478		

样题: 装备空机重量2668kg, 力矩10965.5m.kg, 两名机组160kg, 直升机13座布局, 乘客前排4人360kg, 中排没有, 后排2人130kg, 两油箱各450kg燃油, 货舱50kg行李, 请计算纵向重心位置, 并根据3.6.1.4例图检查是否在重心限制内?

3.6.1 载重平衡基础

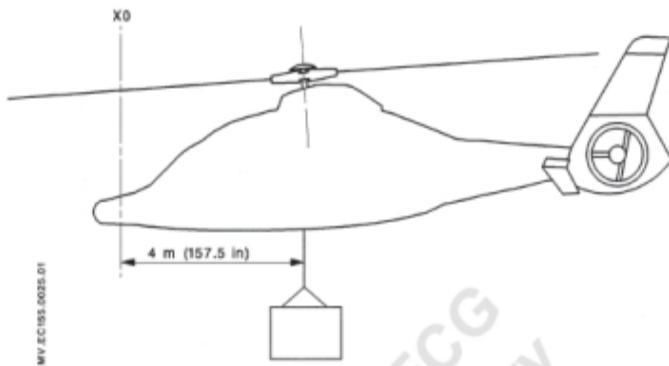
备注:

3.6.1.5 外吊挂作业载重与平衡

外吊挂作业时，最大起飞重量可能会有所减小，飞行员应查阅飞行手册关于外吊挂限制内容，再根据条件计算所飞任务的最大起飞重量。

如果作业为农林喷洒，护林防火等逐渐减少外吊挂重量时，机组人员应提前计算，随喷洒物的减少，对直升机重心位置变化的影响。

例图：



METRIC SYSTEM	
WEIGHT (kg)	MOMENT (m.kg)
100	400
200	800
300	1200
400	1600
500	2000
600	2400
700	2800
800	3200
900	3600
907	3628
1000	4000
1100	4400
1200	4800
1300	5200
1400	5600
1500	6000
1600	6400

样题：装备空机重量3000kg，力矩11330m.kg，两名机组160kg，直升机13座布局，乘客前排1人80kg，中排无人，后排无人，两油箱各250kg燃油，货舱无行李，外吊挂重量500kg请计算纵向重心位置，并根据3.6.1.5例图检查是否在重心限制内？

3.6.1 载重平衡基础

备注:

3.6.1.6 重心位置随燃油消耗的变化

直升机巡航过程中，随燃油的消耗，直升机的重心会出现显著变化。

例图：

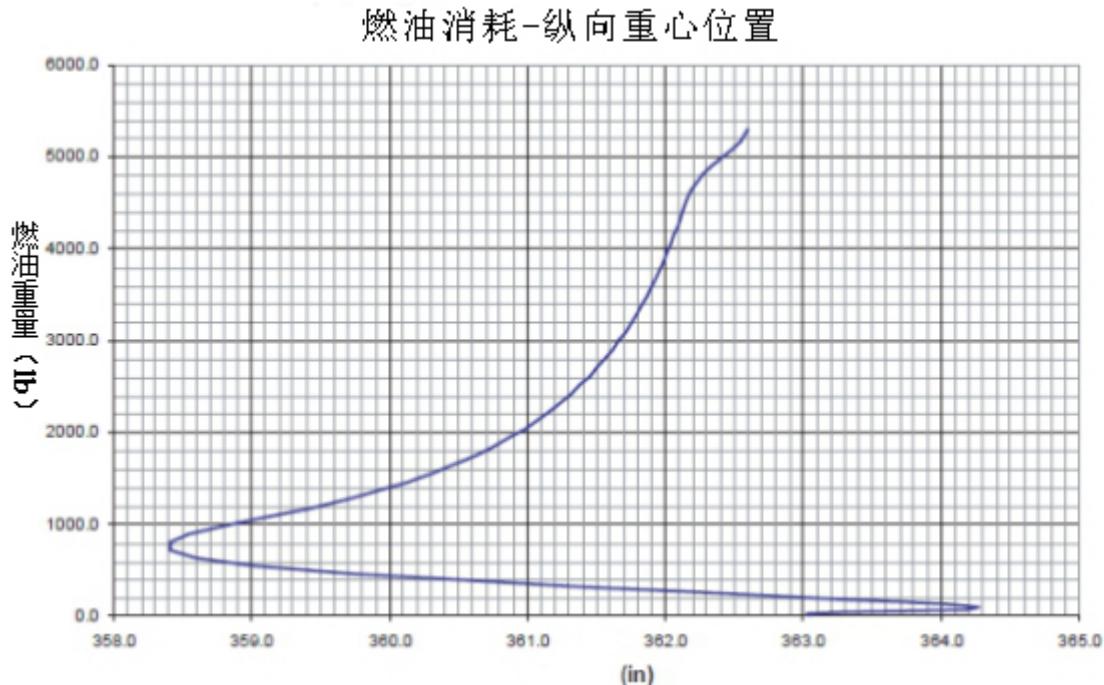


图1 燃油消耗对重心的影响

例题：根据图1，简述某型直升机随油耗的重心变化过程。

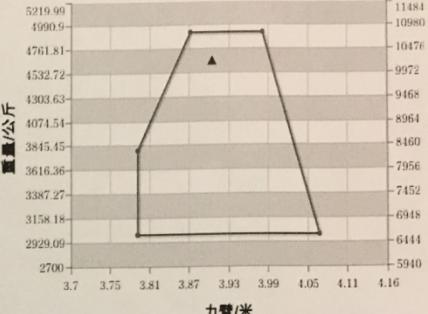
3.6.2 装载舱单	备注：CCAR-135部第135.63条
<p>一、CCAR-135部运行时装载舱单的相关规定</p> <p>1. 舱单应当在每次起飞之前准备完毕，并且应当包括下列内容：</p> <ul style="list-style-type: none">(1) 乘客人数；(2) 装载后航空器的总重；(3) 该次飞行的最大允许起飞重量；(4) 重心限制；(5) 装载后的航空器重心，但如果航空器根据装载表或者其他经局方批准的方法进行装载，能够确保装载后的航空器重心不会超出批准的限制，则不需要计算实际的重心。在这种情况下，需在舱单上注明，根据装载表或者其他经批准的方法，该航空器的重心在限制之内；(6) 航空器的登记号或者航班号；(7) 本次飞行的始发地和目的地；(8) 机组成员的姓名及其值勤位置。 <p>2. 对于要求制定装载舱单的航空器，航空器机长应当将一份完整的舱单随航空器携带至目的地。</p>	

3.6.2 装载舱单(续)

备注： CCAR-135部第135.63条

二、舱单样例：

日期: 2017年4月9日	正驾驶: 刘 []	最大起飞重量: 4850	乘客人数: 7																																																																																																																																																																																																																																												
机号: 7	副驾驶: 薛 []	空机重量: 3393	乘客重量: 511																																																																																																																																																																																																																																												
机型: EC-[]	飞行员每次飞行前应签名, 已证实商载重心在极限之内。																																																																																																																																																																																																																																														
用户: 渤南作业公司 渤西作业公司		可用装载重量: 1457	行李重量: 60																																																																																																																																																																																																																																												
计划起飞: 08: 30	机组签字 []	所需燃油重量: 720	货物重量: 0																																																																																																																																																																																																																																												
		可用商载重量: 737	实际商载重量: 571																																																																																																																																																																																																																																												
		实际起飞重量: 4684	最后可加油量: 886																																																																																																																																																																																																																																												
行李件数: 6 (粉) 行李件数: 4 (蓝) <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">目的地1: BZ34-2/4CEP</th> <th colspan="4">目的地2: BZ13-1BOP</th> <th colspan="4">目的地3:</th> <th rowspan="2">起飞和降落时间</th> <th rowspan="9">用户代表如果对本次乘客、乘客行李及货物量认可, 请您在下面的位置签名。 []</th> </tr> <tr> <th>姓名</th><th>体重</th><th>行李</th><th>货物</th> <th>姓名</th><th>体重</th><th>行李</th><th>货物</th> <th>姓名</th><th>体重</th><th>行李</th><th>货物</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 陶 []</td><td>94</td><td>7</td><td></td> <td>1. 占 []</td><td>46</td><td>4</td><td></td> <td>1.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>基地实际起飞:</td> </tr> <tr> <td>2. 张 []</td><td>91</td><td>10</td><td></td> <td>2. 董 []</td><td>61</td><td>5</td><td></td> <td>2.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>目的地1降落:</td> </tr> <tr> <td>3. 罗 []</td><td>71</td><td>7</td><td></td> <td>3. 冯 []</td><td>78</td><td>10</td><td></td> <td>3.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>目的地1起飞:</td> </tr> <tr> <td>4. 魏 []</td><td>70</td><td>17</td><td></td> <td>4.</td><td></td><td></td><td></td> <td>4.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>目的地2降落:</td> </tr> <tr> <td>5.</td><td></td><td></td><td></td> <td>5.</td><td></td><td></td><td></td> <td>5.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>目的地2起飞:</td> </tr> <tr> <td>6.</td><td></td><td></td><td></td> <td>6.</td><td></td><td></td><td></td> <td>6.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>目的地3降落:</td> </tr> <tr> <td>7.</td><td></td><td></td><td></td> <td>7.</td><td></td><td></td><td></td> <td>7.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>目的地3起飞:</td> </tr> <tr> <td>8.</td><td></td><td></td><td></td> <td>8.</td><td></td><td></td><td></td> <td>8.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>基地降落时间:</td> </tr> <tr> <td>9.</td><td></td><td></td><td></td> <td>9.</td><td></td><td></td><td></td> <td>9.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.</td><td></td><td></td><td></td> <td>10.</td><td></td><td></td><td></td> <td>10.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.</td><td></td><td></td><td></td> <td>11.</td><td></td><td></td><td></td> <td>11.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.</td><td></td><td></td><td></td> <td>12.</td><td></td><td></td><td></td> <td>12.</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>乘客人数: 4</td><td></td><td></td><td></td> <td>3</td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td>飞行总时间:</td> </tr> <tr> <td>总重量(Kg)</td><td>326</td><td>41</td><td>0</td> <td>185</td><td>19</td><td>0</td> <td>0</td> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>合计重量:</td><td>367</td><td></td><td></td> <td>204</td><td></td><td></td><td></td> <td>0</td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				目的地1: BZ34-2/4CEP				目的地2: BZ13-1BOP				目的地3:				起飞和降落时间	用户代表如果对本次乘客、乘客行李及货物量认可, 请您在下面的位置签名。 []	姓名	体重	行李	货物	姓名	体重	行李	货物	姓名	体重	行李	货物	1. 陶 []	94	7		1. 占 []	46	4		1.					基地实际起飞:	2. 张 []	91	10		2. 董 []	61	5		2.					目的地1降落:	3. 罗 []	71	7		3. 冯 []	78	10		3.					目的地1起飞:	4. 魏 []	70	17		4.				4.					目的地2降落:	5.				5.				5.					目的地2起飞:	6.				6.				6.					目的地3降落:	7.				7.				7.					目的地3起飞:	8.				8.				8.					基地降落时间:	9.				9.				9.						10.				10.				10.						11.				11.				11.						12.				12.				12.						乘客人数: 4				3				0					飞行总时间:	总重量(Kg)	326	41	0	185	19	0	0	0	0	0	0			合计重量:	367			204				0					
目的地1: BZ34-2/4CEP				目的地2: BZ13-1BOP				目的地3:				起飞和降落时间	用户代表如果对本次乘客、乘客行李及货物量认可, 请您在下面的位置签名。 []																																																																																																																																																																																																																																		
姓名	体重	行李	货物	姓名	体重	行李	货物	姓名	体重	行李	货物																																																																																																																																																																																																																																				
1. 陶 []	94	7		1. 占 []	46	4		1.						基地实际起飞:																																																																																																																																																																																																																																	
2. 张 []	91	10		2. 董 []	61	5		2.						目的地1降落:																																																																																																																																																																																																																																	
3. 罗 []	71	7		3. 冯 []	78	10		3.						目的地1起飞:																																																																																																																																																																																																																																	
4. 魏 []	70	17		4.				4.						目的地2降落:																																																																																																																																																																																																																																	
5.				5.				5.						目的地2起飞:																																																																																																																																																																																																																																	
6.				6.				6.						目的地3降落:																																																																																																																																																																																																																																	
7.				7.				7.						目的地3起飞:																																																																																																																																																																																																																																	
8.				8.				8.					基地降落时间:																																																																																																																																																																																																																																		
9.				9.				9.																																																																																																																																																																																																																																							
10.				10.				10.																																																																																																																																																																																																																																							
11.				11.				11.																																																																																																																																																																																																																																							
12.				12.				12.																																																																																																																																																																																																																																							
乘客人数: 4				3				0					飞行总时间:																																																																																																																																																																																																																																		
总重量(Kg)	326	41	0	185	19	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																				
合计重量:	367			204				0																																																																																																																																																																																																																																							

机型: EC155B1 机号: B-7 重量单位: KG	座舱图	重心图																																																																																																																																										
最大起飞重量: 4850 乘客总人数: 7 无油重量: 3392.6 乘客总重量: 511 配备负载: 1457.4 行李总重量: 60 最低油量: 720 货物总重量: 0 最大可用商载: 737 实际商载: 571.00 实际总重量: 4683.60 最大加油量: 720 飞行航路: ZBTG-BZ342-131BOP																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>姓名</th><th>体重</th><th>公司</th><th>出发</th><th>目的平台</th><th>行李数量</th><th>行李重量</th><th>货物重量</th><th>座椅</th><th>拆卸</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>陶 []</td><td>94</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>1</td><td>7</td><td>D4-1</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>张 []</td><td>91</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>2</td><td>10</td><td>D4-2</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>TIANJIN</td><td></td><td></td><td></td><td>D4-3</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>TIANJIN</td><td></td><td></td><td></td><td>D4-4</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>TIANJIN</td><td></td><td></td><td></td><td>D6-1</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>罗 []</td><td>71</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>1</td><td>7</td><td>D6-2</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>魏 []</td><td>70</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>2</td><td>17</td><td>D6-3</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>占 []</td><td>46</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>1</td><td>4</td><td>D6-4</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>TIANJIN</td><td></td><td></td><td></td><td>D7-1</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>董 []</td><td>61</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>1</td><td>5</td><td>D7-2</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>冯 []</td><td>78</td><td>TIANJIN</td><td>BZ342</td><td>2</td><td>10</td><td>D7-3</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td>TIANJIN</td><td></td><td></td><td></td><td>D7-4</td><td>否</td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	姓名	体重	公司	出发	目的平台	行李数量	行李重量	货物重量	座椅	拆卸	陶 []	94	TIANJIN	BZ342	1	7	D4-1	否			张 []	91	TIANJIN	BZ342	2	10	D4-2	否					TIANJIN				D4-3	否					TIANJIN				D4-4	否					TIANJIN				D6-1	否			罗 []	71	TIANJIN	BZ342	1	7	D6-2	否			魏 []	70	TIANJIN	BZ342	2	17	D6-3	否			占 []	46	TIANJIN	BZ342	1	4	D6-4	否					TIANJIN				D7-1	否			董 []	61	TIANJIN	BZ342	1	5	D7-2	否			冯 []	78	TIANJIN	BZ342	2	10	D7-3	否					TIANJIN				D7-4	否			货区 (使用货区需要拆卸对应座椅) <table border="1"> <thead> <tr> <th>位置</th><th>货物重量 (公斤)</th><th>力臂 (米)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FLOOR B2</td><td>3.84</td><td></td> </tr> <tr> <td>FLOOR B1</td><td>2.4</td><td></td> </tr> </tbody> </table>	位置	货物重量 (公斤)	力臂 (米)	FLOOR B2	3.84		FLOOR B1	2.4	
姓名	体重	公司	出发	目的平台	行李数量	行李重量	货物重量	座椅	拆卸																																																																																																																																			
陶 []	94	TIANJIN	BZ342	1	7	D4-1	否																																																																																																																																					
张 []	91	TIANJIN	BZ342	2	10	D4-2	否																																																																																																																																					
		TIANJIN				D4-3	否																																																																																																																																					
		TIANJIN				D4-4	否																																																																																																																																					
		TIANJIN				D6-1	否																																																																																																																																					
罗 []	71	TIANJIN	BZ342	1	7	D6-2	否																																																																																																																																					
魏 []	70	TIANJIN	BZ342	2	17	D6-3	否																																																																																																																																					
占 []	46	TIANJIN	BZ342	1	4	D6-4	否																																																																																																																																					
		TIANJIN				D7-1	否																																																																																																																																					
董 []	61	TIANJIN	BZ342	1	5	D7-2	否																																																																																																																																					
冯 []	78	TIANJIN	BZ342	2	10	D7-3	否																																																																																																																																					
		TIANJIN				D7-4	否																																																																																																																																					
位置	货物重量 (公斤)	力臂 (米)																																																																																																																																										
FLOOR B2	3.84																																																																																																																																											
FLOOR B1	2.4																																																																																																																																											

样题：直升机载客运行装载舱单的应包括的内容有哪些？

4.1.1 飞行环境对人体的影响	备注:
4.1.1.1 呼吸和循环系统	
<p>一、呼吸系统</p> <p>人类呼吸系统的主要功能是吸入新鲜空气，通过气体交换，使器官和组织得到氧气并排出二氧化碳，从而维持正常人体的新陈代谢。呼吸分为外呼吸和内呼吸，外呼吸也称肺呼吸，指肺泡与肺毛细血管之间的气体交换过程；内呼吸也称组织呼吸，指血液与组织、细胞之间的气体交换过程。在生理学上，一般将这一过程称为两次呼吸。</p> <p>呼吸频率随年龄、性别和生理状态而异。</p>	
<p>二、血液循环系统</p> <p>心脏通过舒张和收缩推动血液流动，向器官、组织提供充足的血流量，以供应氧和各种营养物质，并带走代谢的终产物，使细胞维持正常的代谢和功能。</p> <p>人体由动脉和静脉输送血液，通过毛细血管进行物质交换，动脉与静脉通过心脏连通，全身血管构成封闭式管道。冠状动脉和冠状静脉是心脏自身的血液供应系统。</p> <p>健康成年人安静时的心率在 60~100 次/分之间。心率可因年龄、性别及其它生理情况而存在个体差异。</p>	
<p>三、血压</p> <p>正常的血压是血液循环流动的前提，低血压和高血压都不利于飞行。</p>	
样题：健康成年人安静时的心率范围是多少？	

<p>4.1.1 飞行环境对人体的影响</p> <p>4.1.1.2 缺氧症</p>	备注:
<p>一、血氧饱和度</p> <p>血氧饱和度 (SO₂) 是血液中被氧结合的氧合血红蛋白 (HbO₂) 的容量占全部可结合的血红蛋白 (Hb) 容量的百分比，即血液中血氧的浓度，是呼吸循环的重要生理参数。</p> <p>血氧饱和度随海拔高度的升高而降低。</p> <p>二、缺氧症的涵义、类型与症状</p> <p>氧气对维持人的生命具有重要作用。缺氧症是指人体组织得不到正常的氧气供应，或者不能充分利用氧气来进行代谢活动所引起的一系列生理及病理性反应。</p> <p>飞行活动中的缺氧症主要分为供给不足性缺氧症、贫血性缺氧症、循环停滞性缺氧症和组织中毒性缺氧症四种类型。</p> <p>由于缺氧症的初始症状表现为自我感觉操作能力良好，并伴有兴奋和愉悦，因此不易察觉。</p> <p>三、有效意识时间</p> <p>有效意识时间又称有用意识时间，是指在特定高度上失压、缺氧后，可供进行合理的活命决策和实施措施的最大时间限度，亦指在没有氧气供给的情况下飞行员能有效地维持正常操作的时间。</p> <p>直升机飞行高度、爬升速率、个体是否有身体活动、身体健康状况、是否吸烟等都会影响有效意识时间的长短。</p> <p>有效意识时间随座舱高度升高而快速变短。</p> <p>四、换气过度</p> <p>在应激情境或者是较高高度上缺氧时，飞行员通常会进行过深过快的呼吸，可能引起体内氧气过剩、导致血液酸碱平衡被打破，出现呼吸性碱中毒的症状，称为换气过度。</p> <p>换气过度现象具有自我加强，即正反馈的性质。</p> <p>换气过度与缺氧症的症状非常相似。在飞行中，如果在供氧后仍然觉得气喘吁吁，就应该判断为换气过度。此时，有意识地降低呼吸频率，减小呼吸深度，找机会多说话，有条件的话，缓慢地吸入一小纸袋 CO₂，均有助于克服换气过度。</p>	

样题：缺氧症不易察觉的原因是什么？

4.1.1 飞行环境对人体的影响 4.1.1.3 增压与减压	备注:
<p>一、压力变化 随飞行高度的增加，大气压力会下降，氧分压也随之下降。</p> <p>二、中耳气压性耳塞（中耳气压伤） 飞行高度的快速变化会使耳膜受压，产生耳塞感或疼痛感，严重时可造成生理损伤，称为中耳气压性耳塞（中耳气压伤）。 中耳咽鼓管结构的特殊性是导致中耳气压性损伤的生理基础。 中耳气压性耳塞多发生于 4000m 以下，尤以 1000~2000m 高度为最多。 运动软腭、捏鼻鼓气、吞咽等方法均有助于预防与克服中耳气压性耳塞。</p>	

样题：中耳气压性耳塞主要发生在怎样的飞行环境中？

4.1.1 飞行环境对人体的影响 4.1.1.4 过载	备注:
<p>一、过载</p> <p>过载是指在飞行中，飞行员的身体必须承受的巨大的加速度，这些正或负的加速度通常以 g 的倍数来度量。</p> <p>过载分为正过载和负过载。</p> <p>每个人对过载都有其承受的极限，通过训练，飞行员可以提高对过载的承受力。</p> <p>直升机飞行时，出现较大过载的可能性较高，飞行员应加以警惕。</p> <p>二、正过载</p> <p>正过载是指在正加速度下飞行时，离心力从头部施加到脚，血液被推向身体下部分，如飞行员的肌肉结构不能很好地调整，大脑就得不到适当的血液补充，飞行员易产生称为灰视或黑视的视觉问题。如压力持续，最终可导致飞行员昏迷。</p> <p>三、负过载</p> <p>负过载是指飞行员在负加速度下飞行时，血液上升到头部，颅内压力增加，会产生不舒服甚至痛苦的感觉，飞行员易产生称为红视的视觉问题。</p>	

样题：飞行员产生的灰视现象与什么因素有关？

4.1.1 飞行环境对人体的影响 4.1.1.5 高空飞行环境	备注:
<p>一、温度</p> <p>飞行高度每增加 1000 英尺，空气温度下降约 2°C，飞行员应注意到高空飞行的低温对人体的影响。人体感觉舒适的外界温度为 $17\sim25^{\circ}\text{C}$。</p> <p>二、湿度</p> <p>随飞行高度增加，空气湿度相应下降，人体感觉舒适的相对湿度水平是 $40\%\sim60\%$。</p>	
样题：人体感觉舒适的相对湿度水平是多少？	

<h2>4.1.2 飞行生理学基础</h2> <h3>4.1.2.1 视觉系统</h3>	备注:
<p>一、感光细胞</p> <p>视网膜最外层为感光细胞层，根据形态和功能的不同，感光细胞分为视杆细胞和视锥细胞两种。</p> <p>视杆细胞主要分布在视网膜的周围部分，它对弱光很敏感，对颜色和物体的细节不敏感；视锥细胞主要分布在视网膜中央部分，专门感受强光和颜色刺激，能分辨物体颜色和细节，但在暗光时极不敏感。</p> <p>二、视敏度、有效视觉距离与视野</p> <p>视敏度分为静态视敏度和动态视敏度。动态视敏度比静态视敏度低得多，视敏度与物像投射在视网膜上的位置有关。</p> <p>有效视觉距离是指在飞行过程中，飞行员从看到物体到做出相应反应，以避免直升机与物体发生相撞的一段时间里，直升机所飞行的距离。能够达到这一要求的视力，称为有效视觉。</p> <p>视野是指眼球最大运动时以及头和眼球联合运动时所能看到的空间范围。实际飞行中的视野大小主要取决于座舱视界的大小、飞行速度及飞行员的注意广度，飞行员的有效视野随飞行速度的增加而减小。</p> <p>三、视空间知觉</p> <p>人类对空间的知觉主要通过双眼视觉实现，单眼视觉也可产生深度知觉，但只在物体处于近处时有效。</p> <p>深度知觉既有双眼视差、双眼辐合、晶状体的调节等生理线索，也有对象的相对大小、遮挡、结构级差、空气透视、运动视差等客观线索。这些客观线索也是单眼视觉的深度视觉信号。单眼视觉存在一些缺陷。</p> <p>缺乏外界参照时，视觉系统感受到的信息可能与实际不同，容易诱发飞行错觉。</p>	

样题：有效视野随飞行速度的变化规律？

<h2>4.1.2 飞行生理学基础</h2> <h3>4.1.2.2 一般视觉问题</h3>	备注：
<p>一、盲点</p> <p>盲点分为生理盲点、夜间盲点及飞机盲点。</p> <p>视神经出入视网膜的地方，没有感光细胞，称为生理盲点。</p> <p>夜间视物时，前方物体投射在中央凹处的视锥细胞上，由于视锥细胞对弱光不敏感，使人感到视觉模糊，称为夜间盲点，偏离中心注视法可缓解此现象。</p> <p>由于飞机设计造成的、影响飞行员视野的部位，称为飞机盲点。所有的直升机都有盲点，这视机型及飞行员坐姿有所不同。</p> <p>二、视觉的适应</p> <p>视觉的适应分为暗适应和明适应。</p> <p>暗适应的时间长，需要 30 分钟左右才能完全完成，明适应的时间较短，数分钟即可完成。</p> <p>暗适应对飞行活动的影响较大，飞行员可采取一些措施克服人眼暗适应的局限。</p> <p>三、眩光</p> <p>眩光指在视野范围内亮度过高，从而引起视觉不适或视觉功能下降的现象。主要包括心理眩光、生理眩光和强光盲。</p> <p>眩光发生时，首先出现心理上的不适，但不影响功能；随着眩光强度增大，会出现生理上的不适，视觉功能开始受到影响；眩光更严重时，将会出现强光盲，严重影响视觉功能。</p> <p>心理眩光和生理眩光在民用航空中较为常见，而强光盲则相对较少。</p> <p>对眩光的防护方法是及时配戴防眩光镜或避开强光源。</p> <p>四、空虚视野近视与夜间近视</p> <p>在目标物不明确或无特征的空域中，由于外景没有特征，引不起眼睛的注意，使睫状肌处于持续的收缩状态，眼的聚焦点位于前方 1~2 米处的空间某点，飞行员的视觉便呈功能性近视状态，称为空虚视野近视。</p> <p>夜间近视与空虚视野近视近似。在夜间飞行时由于缺少观察物，飞行员的眼睛会自动聚焦于面前的 1~2 米处的空间某点。</p> <p>与空虚视野近视相比，夜间近视更为常见。</p>	

样题：眩光主要有哪些类型？如何防护眩光可能产生的不利影响？

4.1.2 飞行生理学基础	
4.1.2.3 听觉系统	备注:
<p>一、人耳功能结构</p> <p>听觉器官可分为外耳、中耳和内耳。外耳包括耳廓和外耳道，主要起集声作用；中耳包括鼓膜、鼓室、咽鼓管等结构，主要起传声作用；内耳包括前庭器官和耳蜗，前者主要负责平衡，后者感受声音刺激。</p> <p>人耳能感受的声波频率范围是 16~20000 赫兹，以 1000~3000 赫兹最为敏感。</p> <p>二、飞行中的听觉问题</p> <p>直升机舱内的噪音较大，飞行员应注意保护听力。</p>	
样题：人耳对什么频率的声音最敏感？	

4.1.2 飞行生理学基础	
4.1.2.4 前庭觉系统	备注:
一、前庭器官的功能	
<p>前庭器官由三个半规管和一个耳石器所组成，是感受速度变化和姿态变化的重要器官。三个半规管位于三个相互垂直的平面内，类似于一架直升机的俯仰、滚转和偏转平面，它能够觉察这三个平面内的角加速运动。耳石器感知重力和线加速度。</p>	
<p>前庭觉器官只能觉察加速度的合力，而不能辨别构成合力的分力的来源。因此当飞行员在作协调转弯时，便只能感受到地心引力和向心力的合力，易发错觉。</p>	
<p>人体适应地面活动，对飞行中的作用力环境的感知能力较差，如果仅凭身体感觉来判断飞行姿态，通常会感到非常困难，出错的可能性较大。</p>	
<p>前庭觉系统感受到的信息与实际信息不一致时，容易诱发飞行错觉。</p>	
二、运动病	
<p>运动病是以恶心、呕吐、面色苍白和出冷汗为主要特征的病情，常见于晕机、晕船、晕车等。人受到实际或似动运动刺激而对这些刺激又不熟悉时，如不能适应就可能发生运动病。</p>	
<p>在航空活动中，湍流或操作不当使直升机颠簸，带较大的坡度飞行时，前庭信息与视觉信息不一致时，都可能诱发运动病。心理因素会诱发和加重运动病。</p>	
<p>加强前庭机能锻炼；避免在湍流中飞行和防止动作粗猛所引起飞行姿态急剧变化；减少不必要的动作，减小头部运动幅度；提高情景意识，免受前庭觉信息冲突影响；集中精力于当前的飞行任务上，避免对运动病即将到来的强烈的预期等，都有助于运动病的预防和克服。</p>	

4.1.2 飞行生理学基础	
4.1.2.5 空间定向障碍	备注:
<p>一、空间定向障碍</p> <p>飞行员在飞行中对所处位置、姿态或运动状态的不正确的心理表象，是对飞机真实状态的歪曲。也称飞行错觉或空间失定向。</p> <p>二、空间定向障碍产生的原因</p> <p>空间定向障碍主要是由于参照系统和环境发生较大变化，知觉线索相对较少所致。</p> <p>三、空间定向障碍的预防与克服</p> <p>理论学习阶段，飞行员应熟知各类错觉发生的条件、机理及情境。</p> <p>飞行训练阶段，打好仪表飞行的技术基础，保持仪表飞行技能，并要经常进行仪表飞行练习；通过各类训练方法加强前庭器官的机能。</p> <p>飞行过程中，不要混合使用仪表飞行与目视飞行；避免可引起定向障碍的不必要的飞行动作或头动；夜间及能见度不好的情况下要特别警惕等，都有助于预防与克服空间定向障碍。</p> <p>最重要的是，飞行员要始终相信仪表，不能靠自己的身体感觉去操纵直升机。</p>	
样题：如何预防与克服空间定向障碍？	

4.1.3 健康与卫生	
4.1.3.1 常见疾病	备注:
<p>一、冠心病</p> <p>冠心病是冠状动脉性心脏病的简称，是由于脂质代谢不正常，血液中的脂质沉着在动脉内膜上所引发。</p> <p>冠心病会导致心脏缺血，产生心绞痛，如果动脉壁上的斑块形成溃疡或破裂，就会形成血栓，使整个血管血流完全中断，发生急性心肌梗死，甚至猝死。</p> <p>冠心病及其相关事件可以导致严重的失能事件发生，是飞行员空中失能的常见诱因。</p>	
<p>二、感冒</p> <p>感冒是一种自愈性疾病，通常表现为鼻塞、流涕、打喷嚏、咳嗽、咽部不适及畏寒、低热等局部和全身症状。如果飞行员感冒，直升机爬升和下降过程中更容易出现耳胀、疼痛等气压性损伤症状。</p> <p>患有感冒的飞行员能否继续飞行需要咨询航医的意见。</p>	
<p>三、胃肠不适</p> <p>食欲不振、胃肠胀气、腹泻等胃肠不适都会影响飞行员的工作表现。</p>	
<p>四、高血压</p> <p>高血压是最常见的慢性病，也是心脑血管病最主要的诱发因素。</p>	
<p>样题：患有感冒的飞行员是否可以执行飞行任务？</p>	

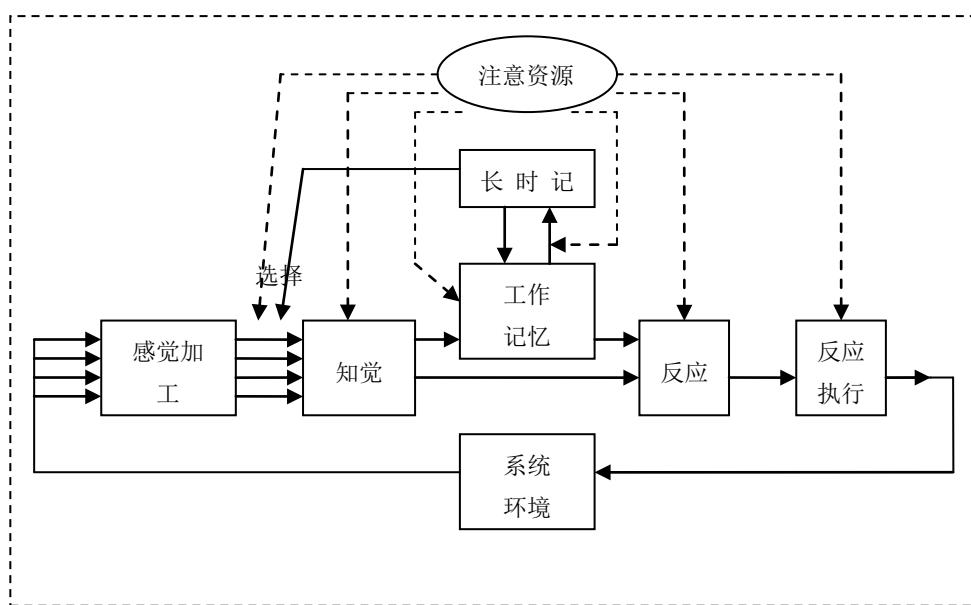
<h3>4.1.3 健康与卫生</h3> <h4>4.1.3.2 影响飞行员的健康问题</h4> <p>一、听力丧失 人耳曝露于噪音下会影响听力，其严重程度受曝露时长和噪音强度而有所不同，表现轻微时，会出现暂时性的听力下降，严重时会出现永久性的听力减退。 随年龄增长，听觉器官会老化而出现听力减退，出现老年性耳聋，导致永久性听力下降。</p> <p>二、视觉障碍 高强度的紫外线光对眼睛有影响。 远视、近视、老花眼、白内障、青光眼和散光都可能导致视觉障碍。</p> <p>三、肥胖 肥胖可能给工作和生活带来不便，增加各种疾病（如高血压、糖尿病等）发生的可能性。</p> <p>四、烟草 吸烟包括被动吸烟，均会影响飞行员的夜视能力，增强缺氧症的易感性，出现骨质疏松等，这对高空飞行及较大载荷飞行都可能产生负面影响。 吸烟后，20分钟内会产生虚假轻松感，过后疲劳会加剧。 被动吸烟者更不适应吸烟环境，因此受的伤害更大，不仅容易引起缺氧症和加重全身性的不舒适感，而且还使运动病的易感性增加。</p> <p>五、咖啡因 咖啡、茶叶、一些饮料、止痛药及抗充血药物中都含有咖啡因。大量摄入咖啡因可能导致神经质及睡眠扰乱，有加重心理疲劳、引发肌肉震颤以及阵发性腹痛等其他副作用。</p> <p>六、酒精 酒精是一种镇静类药物，在抑制中枢神经系统的同时，使心率加快、血压增高、动作失常。 人体对酒精的吸收速率和代谢速率存在个体差异。 由于高空气压下降，血液中酒精浓度比地面升高快，因此，同量饮酒，在地面不会出现或可能轻微出现的一些症状，在高空则会加剧。酒精还能导致飞行员机能变差，反应速度减慢，灵敏性降低，远距离辨别能力下降，眼睛敏锐程度降低。</p> <p>七、药物使用 药物存在副作用，即便是服用一些常用药也可能影响飞行安全。 飞行员不能随意服用药物，更不能滥用，服药需遵医嘱或与航医进行讨论。</p>	备注：
样题：飞行员服用药物的原则是什么？	

4.2.1 人的信息加工

备注:

一、人的信息加工过程

人的信息加工包括感觉加工、知觉、认知与记忆、反应选择与执行、反馈等一系列的阶段。



二、人的信息加工的特点

1. 人类对信息的加工有局限性，也容易发生错误。
2. 人的信息加工过程不稳定，存在波动。
3. 人的信息加工受环境的巨大影响。
4. 人的信息加工与机器的信息加工相比，各有优劣。

样题：人类信息加工的特点是什么？

4.2.2 人的差错和可靠性	
4.2.2.1 基础错误率	备注:
<p>一、人类犯错的必然性 受各种因素，尤其是人类信息加工的局限性以及外部环境的影响，使得人类活动有出错的必然性。</p> <p>二、基础错误率 在简单重复性的操作过程中，人出错的概率约为 1/100~1/1000，可称为人类的基础错误率。而在完成诸如飞行操作这样相对复杂的任务时，出错概率更高。 通过系统的训练及随经验的增多，个体的错误率可大大降低。 民用航空不仅对飞行员施加专业的训练，更通过系统的安全管理使得整个系统的错误率降到极低，而容错性大大提高。</p>	
样题：人类的基础错误率是多少？	

4.2.2 人的差错和可靠性	备注:	
4.2.2.2 人与机器可靠性的差别		
<p>一、人的可靠性</p> <p>由于人类犯错的必然性，即便经过专业的训练，飞行员依然是飞行系统中最容易出错，最不可靠的组成部分。</p> <p>人的差错所引发的飞行事故是当今民用航空飞行事故的主要原因。</p> <p>二、机器的可靠性</p> <p>民用航空飞行器上的关键设备，出错的概率极低，加上备用系统提供的容错性，其可靠性大大优于人类。</p> <p>三、飞行系统中人类的重要性</p> <p>人类在复杂信息的模糊加工、情境的快速评估、判断与决策等方面的能力远超机器，因此，飞行员是飞行系统中的核心组成部分，不可替代。</p>		
样题：人类在信息加工的哪些方面优于机器？		

4.2.3 压力与疲劳 4.2.3.1 压力与压力管理	备注:
<p>一、唤醒</p> <p>唤醒是指一种警觉状态，表示个体在心理和生理上（主要表现在自主神经系统）是否做好了反应的准备。</p> <p>唤醒水平影响工作表现，适度的唤醒水平使个体处于最佳警觉状态，工作表现良好。</p> <p>二、飞行员面对的压力</p> <p>飞行员的压力主要来自于飞行工作、生活和人格三个方面。</p> <p>压力具有极大的主观性，不同的飞行员所感受到的压力差异极大，但总体来说，飞行员感受到的压力超出一般人群。</p> <p>三、压力的影响</p> <p>压力会提高个体的唤醒水平，但过度的压力会使人紧张、焦虑、易怒，更容易感觉到疲劳，影响个体的判断力，做出不恰当的决策。</p> <p>长期处于压力之下，可能会使个体的免疫系统功能下降，患病可能性大大增加。</p> <p>四、压力管理</p> <p>飞行员可以通过良好的作息制度安排、自我认知调节、放松训练、构建良好的人际支持网络、寻求他人或组织支援等方式，对自身进行压力管理。</p>	

样题：飞行员如何管理自身的压力？

4.2.3 压力与疲劳 4.2.3.2 疲劳与疲劳管理	备注:
<p>一、疲劳的类型与成因</p> <p>疲劳是指由应激的发生和发展所造成的心、理上的不平衡状态。</p> <p>按疲劳产生的原因，疲劳可分为心理性疲劳和生理性疲劳。</p> <p>航空活动中，昼夜生物节律扰乱、睡眠缺失以及工作负荷过大容易引起和加重飞行员的疲劳。</p> <p>二、疲劳的影响</p> <p>疲劳状态下可能表现出运动技能下降、强烈的疲倦感、反应时减慢、易分心、错误率增高、心境异常、睡眠紊乱等。</p> <p>职业飞行员由于作息时间不规律、工作负荷大、睡眠缺失，容易产生并积累疲劳。</p> <p>三、睡眠</p> <p>睡眠不足或睡眠质量较低是直升机飞行员疲劳的一大来源，飞行员应合理安排作息时间，以降低疲劳产生的可能性和影响。</p> <p>四、疲劳的管理</p> <p>合理安排作息时间、加强生活规律性、进行适当的体育锻炼、选择合理的休息方式、进行放松训练，均有助于预防与缓解疲劳。</p>	

样题：直升机飞行员如何对疲劳进行管理？

4.3.1 情景意识	备注:
<p>一、情景意识 情景意识是指飞行员对当前情境的知觉，包括对航空器、航路、机组成员状态的感知、评估、预测和监控等，贯穿于整个飞行过程之中。</p> <p>二、情景意识的三个层次 发现重要事件或者问题；对问题进行理解和评价；对未来进行预测。</p> <p>三、情景意识的分类 情景意识分为个体情景意识和机组情景意识。</p> <p>四、情景意识的影响因素 依照影响因素的来源，情景意识的影响因素可以划分为内部因素和外部因素；依照影响的方式可以划分为直接影响因素和间接影响因素。</p> <p>五、情景意识削弱或丧失的表现 情景意识削弱或丧失主要表现为：错误地诊断系统问题、无人监控直升机、全神贯注于某事、与既定的目标不吻合等。</p>	样题：情景意识削弱或丧失有哪些主要表现？

4.3.2 沟通	备注:
<p>一、沟通的过程</p> <p>沟通是指以令人愉快和易于理解的方式相互交换信息、思维以及情感的过程。包括信息发送、信息接受和反馈。</p> <p>二、沟通类型</p> <p>言语与非言语沟通。言语沟通通常以书面的或者口头的方式表达，非言语沟通通常以表情、语态、体态等方式来进行表达。飞行工作的特殊性要求机组成员在驾驶舱中更多地使用标准化的、清晰的言语沟通方式。</p> <p>与双向沟通相比，单向沟通的效率较低。</p> <p>三、沟通的影响因素</p> <p>沟通障碍是干扰或者阻碍沟通以及削弱沟通的一切事件。</p> <p>人的认知特性是产生沟通障碍的根本原因。</p> <p>沟通障碍既可能存在于沟通双方，也可能来源于外部。</p> <p>四、冲突与冲突的管理</p> <p>在驾驶舱内，冲突是指机组成员之间的意见不一致，也包括相互不满和较为过激的行为。飞行中的冲突对飞行安全的影响主要是消极的，在某些情境下，冲突也有积极的方面。对待冲突，必须有正确的态度，使用正确的方法和策略加以管理。</p>	
样题：驾驶舱内的沟通要注意什么？	

4.3.3 工作量管理	备注:
<p>一、工作量的涵义</p> <p>工作量也称工作负荷，是指个体或群体在单位时间内，所承担的工作量大小，这里的工作量由工作的数量及其价值所决定。</p> <p>二、工作负荷与工作表现</p> <p>工作负荷影响工作表现。在正常的工作负荷范围内，个体的觉醒或应激水平处于适宜的状态，主要表现为思维清晰、反应敏捷以及情绪稳定，工作效率和准确性高并且机组氛围良好。低工作负荷状态下，个体觉醒或应激水平较低，可能表现出活动减慢、交流减少、瞌睡或者打盹、出现一些疏忽性差错。在较高或过高的工作负荷状态下，飞行员可能会感到工作吃力、发生差错以及动作量过大，也可能出现注意力固着、易发怒，甚至是感到精疲力竭，出现零智商状态。</p> <p>三、工作量的管理</p> <p>正确使用自动化、良好的计划、合理分配工作任务、进行机组简令等均有助于机组将工作量保持在相对合理水平，以达到较好的工作表现。</p>	
样题：较高或较低工作负荷可能对工作表现会产生哪些影响？	

4.3.4 领导与协作	备注:
<p>一、领导 机长在机组中承担领导职责，其领导能力会影响到机组的协作与配合。</p> <p>二、管理风格 不同管理风格的机长，对机组的协作与配合可能产生不同的影响。 管理风格具有文化差异，需要在具体的文化氛围中进行分析。</p> <p>三、驾驶舱职权梯度 驾驶舱职权梯度是指机组成员间在技术、资历、职位等方面的差异。 驾驶舱职权梯度可能会影响机组成员的心理活动和工作表现。 驾驶舱职权梯度的合理匹配应该是机长在职位、技术、经验以及资历等方面高于副驾驶，但不能过于平坦和过于陡峭。</p>	
样题：驾驶舱的职权梯度应如何匹配？	

4.3.5 决策	备注：
<p>一、决策的涵义</p> <p>指在判断的基础上，从众多可选方案中选择唯一方案并导向行动的过程。</p>	
<p>二、决策过程（阶段）</p> <p>决策是基于个体知识和技能的问题解决过程，包括收集信息，考虑各种可能性；考虑可能的方案；结合各种信息，做出决策等。</p>	
<p>三、影响因素</p> <p>决策受多种因素的影响，主要包括个体的认知模式、问题解决的策略、评估的方式以及对自身能力的认识等，带有情绪性或功利心的思考也会影响一个人的决策。此外，个体处于疲劳状态、患有疾病、摄入了药物或酒精也可能引发不当的决策。</p>	
<p>四、风险评估</p> <p>决策过程中，飞行员需要对各种可能性进行风险评估，这是有效决策的基础。做风险评估时，至少要考虑到飞行员、航空器、环境因素和可用时间四个基本要素。</p>	
<p>五、决策陷阱</p> <p>由于个性、期望以及群体间的相互作用等影响，导致飞行员在飞行中容易出现各种认知偏差，做出不当的决策。</p> <p>典型的决策陷阱包括：同伴压力、定势/固着、锚定效应、投机心态等。</p>	
<p>六、单人制驾驶舱资源管理</p> <p>直升机飞行员更可能面对单人制飞行的状况，在单人制飞行时，也要利用可用资源进行有效的资源管理，以提高飞行安全与效益。</p> <p>单人制驾驶舱资源管理中，风险评估和决策制定是关键环节。</p>	
<p>样题：飞行员进行风险评估时，至少需要考虑哪几个基本要素？</p>	

4.3.6 威胁和差错管理的原则	备注:
<p>一、威胁 指飞行机组在飞行期间应加以注意和应对的外部情况，如经验不足、天气恶劣、系统失效、运行压力等。这些情况增加了飞行操作的复杂程度，容易诱发机组出现差错，并在一定程度上影响飞行安全，应加以管理才能保证足够的安全裕度。 威胁可能是预料之中的也可能是预料之外的。</p> <p>二、差错 差错指背离机组意图或预期的机组成员的行为或既定工作的错、忘、漏现象。 差错包括不遵守规章制度、违反标准操作程序（SOP）和政策，以及背离机组、公司或空中交通管制的指令或要求等。</p> <p>三、威胁与差错管理的一般原则</p> <ol style="list-style-type: none">1. 任何情况下，遵从规章、手册及标准操作程序都是威胁与差错管理的第一原则；2. 飞行机组应通过事先的计划有意识地去识别威胁、应对差错；3. 机长有责任创立良好的驾驶舱氛围，提及或讨论威胁或差错，并寻求管理威胁或差错的对策。	

样题：哪些措施有助于更好的识别与管理威胁？

5.1.1 大气的成分和结构	备注:
<p>一、大气的成分</p> <p>1. 干洁空气</p> <p>干洁空气的多种成分中，对大气结构影响较大的是二氧化碳（CO₂）和臭氧（O₃）。CO₂与大气其他的成分一样，不能直接吸收太阳短波辐射，但能大量吸收地面长波辐射，使地面上的热量不至于大量向外层空间散发，对地球起到保温作用。</p> <p>臭氧层通过吸收太阳紫外线而增温，使臭氧层温度升高，改变了对流层以上大气温度的垂直结构，从而限制了低层天气的垂直发展。也正是由于臭氧层对紫外线的吸收，使得地球生物免受过多紫外线的伤害。</p> <p>2. 水汽</p> <p>大气中的水汽含量平均约占整个大气体积的 0~5% 左右，并随着高度的增加而逐渐减少，在离地 1.5~2 km 高度上，水汽的含量约为地面的一半；5 km 高度上仅为地面的十分之一。</p> <p>3. 大气杂质</p> <p>由悬浮于大气中的固体微粒或水汽凝结物组成。大气杂质的聚集会形成各种天气现象，造成能见度变差。此外，固体杂质还可充当成云致雨的凝结核。</p> <p>二、大气的结构</p> <p>根据气温垂直递减率的分布特征，大气可分为对流层、平流层、中间层、热层和散逸层。对流层的平均气温直减率大于零，平流层的平均气温直减率小于零。</p>	
样题：什么是气温直减率？	

5.1.2 对流层的特点	备注:
<p>一、对流层的定义 对流层因为空气有强烈的对流运动而得名。</p> <p>二、对流层的厚度变化 低纬地区（南北纬 30°之间）上界高度为 17~18 km，中纬度地区（纬度 30°~60°）为 10~12 km，高纬地区（纬度在 60°以上）为 8~9 km。同一地区对流层上界高度是夏季大于冬季。</p> <p>三、对流层的三个主要特征</p> <ol style="list-style-type: none">1. 平均而言，气温随高度的升高而降低，平均气温直减率 $\bar{\gamma} \approx 0.65^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ ($2^{\circ}\text{C}/1000 \text{ ft}$)。2. 温度、湿度的水平分布很不均匀。3. 空气具有强烈的垂直混合。 <p>四、对流层中的温度直减率</p> <p>对流层中的温度垂直递减率 (γ) 随时间、地点、高度而变化。$\gamma=0$ 表示气层气温随高度没有变化，称为等温层；$\gamma<0$ 表示气层气温随高度增加而升高。它们对大气运动或某些天气的形成具有特殊的作用。</p>	

样题：对流层的主要特征有哪些？

5.1.3 标准大气	备注:
<p>标准大气是人们根据大量的大气探测数据，规定的一种特性随高度平均分布最接近实际大气的大气模式，其特征参数为：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 海平面气温为 15°C。2. 海平面气压为 1013.25 hPa 或 760 mmHg 或 29.92 inHg。3. 海平面空气密度为 1.225 kg/m^3。4. 海拔 11000 m 以下，气温直减率为 $0.65^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$；从 11000~20000 m，气温不变，为 -56.5°C。	
样题：标准大气的海平面气压和气温是多少？	

5.2.1 气压及气压分布

备注：

5.2.1.1 气压及气压分布

一、水平气压场的定义

某一水平面上的气压分布，这一平面通常设定为海平面。

二、水平气压场常见的基本形式

1. 低压

由闭合等压线构成的中心气压比四周气压低的区域叫低压区，简称低压。

2. 低压槽、槽线

由低压延伸出来的狭长区域叫低压槽，低压槽中各条等压线弯曲最大处的连线叫槽线。

3. 高压

由闭合等压线构成的中心气压比四周高的区域叫高压区，简称高压。

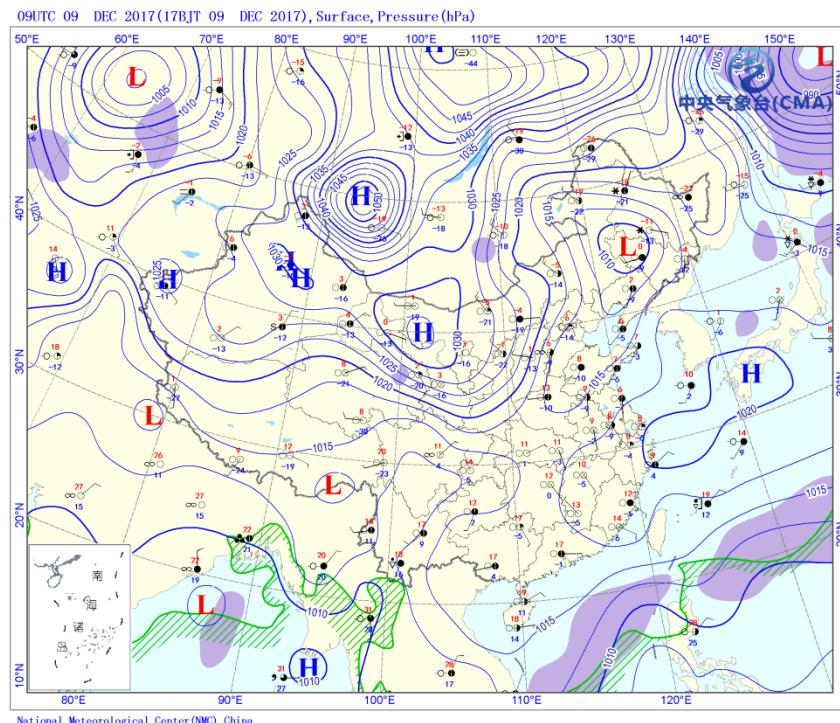
4. 高压脊、脊线

由高压延伸出来的狭长区域叫做高压脊，高压脊中各条等压线弯曲最大处的连线叫脊线。

5. 鞍形气压场

两高压和两低压相对组成的中间区域叫鞍形气压区。

三、水平气压梯度力的方向垂直于等压线，从高压指向低压。等压线越密，说明水平气压梯度力越大，风就越大。



样题：水平气压场有哪几种常见的基本形式，请在上图中依次指出？

5.2.1 气压及气压分布 5.2.1.2 气压与高度	备注：
<p>一、航空中常用的几种气压</p> <ol style="list-style-type: none">1. 场面气压 (QFE) 场面气压指着陆区 (跑道入口端) 最高点的气压。场面气压是由本站气压推算出来的。2. 修正海平面气压 (QNH) 修正海平面气压是由本站气压推算到同一地点海平面高度上的气压值。海拔高度大于 1500 m 的测站不推算修正海平面气压。3. 标准海平面气压 (QNE) 大气处于标准状态下的海平面气压称为标准海平面气压。 <p>二、航空中常用的几种气压高度</p> <ol style="list-style-type: none">1. 场面气压高：直升机相对于起飞或着陆机场跑道的高度。2. 标准海平面气压高度：直升机相对于标准海平面 (气压为 760 mmHg 或 1013.25 hPa) 的高度，直升机在航线上飞行时使用。3. 修正海平面气压高度：直升机相对于平均海平面的高度。	

样题：修正海平面气压高度和标准海平面气压高度有何区别？

5.2.2 相对湿度与露点温度	备注:
<p>一、湿度的定义与物理意义 空气中水汽含量的多少或空气的潮湿程度，称为空气湿度，简称湿度。</p> <p>二、湿度的变化规律</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 空气中水汽含量的变化 空气中的水汽含量与地表有关，地面潮湿的地方空气中的水汽含量较高；在同一地区，温度升高时，饱和水气压增大，空气中的含水量也相应增大。对一定地区来说，水汽含量与气温的变化规律基本相同，即白天大于晚上，最高值出现在午后。 2. 空气饱和程度的变化 空气饱和程度与气温高低和空气水汽含量的多少有关。但由于气温变化比露点温度的变化要快，空气饱和程度一般是早晨大于午后，冬季大夏季小。露珠一般出现在夏季早晨，而冬季的夜间容易形成霜。夜间停放在地面的直升机冬季表面结霜、夏季油箱积水等现象，都和空气饱和程度的变化有关。 <p>三、相对湿度</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 相对湿度定义为空气中的实际水汽压与同温度下的饱和水汽压的百分比，即 $f = e/E \times 100\%$。 2. 饱和水汽压的大小仅与温度有关，气温越高，饱和水汽压越大。 3. 相对湿度的大小直接反映了空气距离饱和的程度。 4. 相对湿度的大小取决于两个因素：空气中的水汽含量和温度。 <p>四、露点和温度露点差</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 当空气中水汽含量不变且气压一定时，气温降低到使空气达到饱和时的温度，称为露点温度，简称露点 (T_d)。 2. 气温减去露点就是气温露点差 ($T - T_d$)。气温露点差表示了空气的饱和程度。气温露点差越小，空气越接近饱和。 	

样题：哪些因素会影响空气中水汽含量的变化？

5.2.3 气象要素的变化对飞行的影响	备注:
<p>一、影响空气密度的因素</p> <ol style="list-style-type: none">1. 空气密度与气压成正比。2. 空气密度与气温成反比。3. 水汽含量越大，空气密度越小。 <p>二、基本气象要素对飞行的影响</p> <ol style="list-style-type: none">1. 在比标准大气冷的空气中飞行时，高度表所示高度高于实际飞行高度。2. 实际大气密度大于标准大气密度时，表速会大于真空速，反之则表速小于真空速。3. 空气密度小，直升机起飞滑跑距离增长，爬升率降低，着陆速度增大，载重量减小。	

样题：气温升高，直升机的升限如何变化？

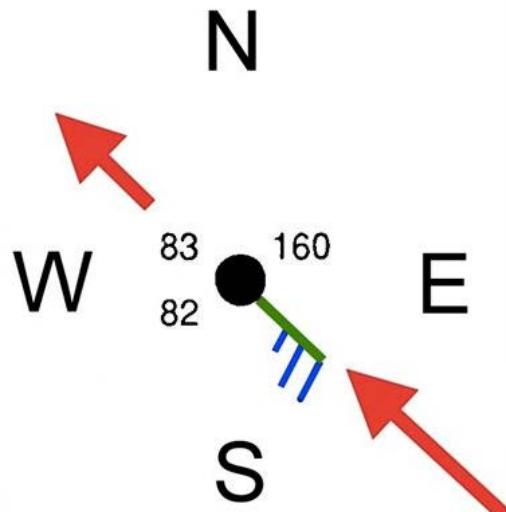
5.3.1 大气的水平运动

备注:

5.3.1.1 风的表示和测量**一、风的表示**

1. 气象上的风向是指风的来向，常用 360°或 16 个方位来表示。下图中的风向为东南风，风向 135°。

2. 风速是指单位时间内空气微团的水平位移，常用的风速单位是：米/秒（m/s），千米/时（km/h），海里/小时（nm/h）也称为节（kts）。

**二、风的测量**

风的测量主要有仪器探测和目视估计两大类。常用的仪器有风向风速仪、测风气球、风袋、多普勒测风雷达等。为了便于飞行员观测跑道的风向风速，可在跑道旁设置风向袋。风向袋袋口对着的方向指示风向，风向袋飘起的角度可估算风速。

样题：常见的风速单位有哪几种？

<p>5.3.1 大气的水平运动</p> <p>5.3.1.2 风的形成和风压定理</p> <p>一、形成风的 4 个力</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水平气压梯度力 由水平气压梯度引起的作用在单位质量空气上的压力差就是水平气压梯度力。 2. 地转偏向力 由地球自转引起的使相对于地球运动的物体偏离原来运动方向的力。 3. 摩擦力 空气在近地面运动时，地表对空气产生的阻碍作用即摩擦力。 4. 惯性离心力 空气在地球表面上作圆周运动时才会受到惯性离心力的作用。 <p>二、地转偏向力的大小和方向</p> <p>风速越大，地转偏向力越大；纬度越高，地转偏向力越大；在赤道附近，地转偏向力为零。</p> <p>地转偏向力的方向垂直于物体运动的方向，在北半球指向右，在南半球指向左。</p> <p>三、自由大气和摩擦层中的风压定理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 自由大气中的风压定理 风沿着等压线吹，在北半球背风而立，高压在右，低压在左，等压线越密，风速越大。南半球风的运动方向与北半球相反。 2. 摩擦层中的风压定理 风斜穿等压线吹，在北半球背风而立，高压在右后方，低压在左前方，等压线越密，风速越大。南半球风的运动方向与北半球相反。 	<p>备注：</p>
样题：描述摩擦层中的风压定理？	

5.3.1 大气的水平运动

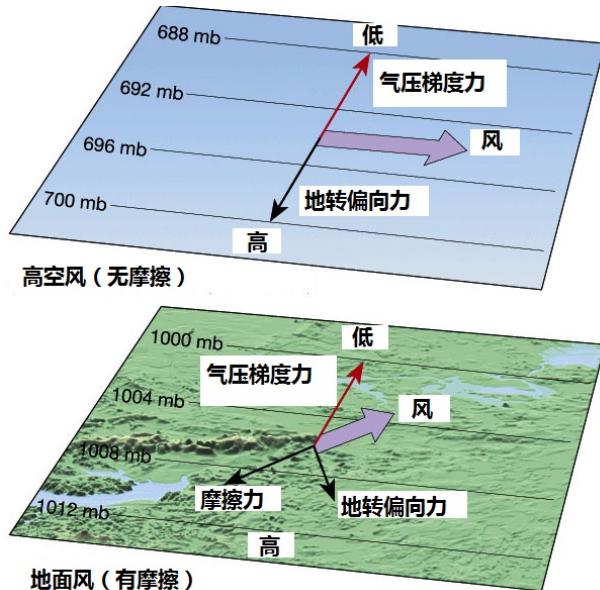
备注：

5.3.1.3 摩擦层和自由大气中风的变化

一、摩擦层和自由大气中风的变化

1. 摩擦层中风随高度的变化

在北半球随高度增加，风速增大，风向右偏。南半球风向变化相反。



2. 摩擦层中风的日变化

白天，近地面风的风速增大，风向向右偏转，上层风的变化则相反。晚上，下层风风速减小，风向向左偏转，上层风速增大，风向右偏转。

3. 摩擦层中风的阵性

乱流涡旋随大范围基本气流一起运动，引起局地风向不断改变，风速时大时小，形成风的阵性。

二、自由大气中风随高度的变化

随着高度的增加，风速逐渐增大，到对流层顶附近达到最大，风向趋于一致，中纬度地区风向偏西。

样题：描述自由大气中随季节中纬度风的强度和位置如何变化？

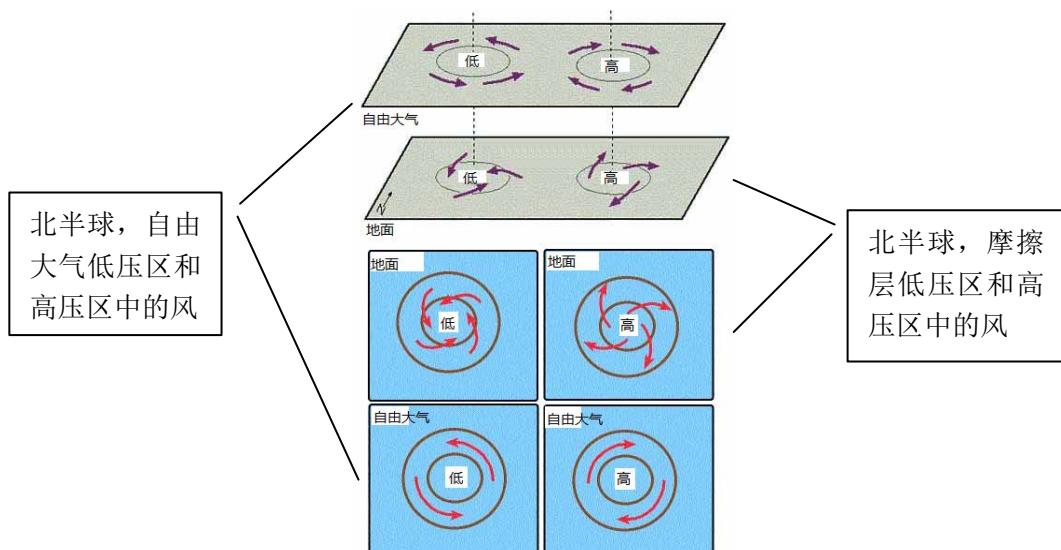
5.3.1 大气的水平运动

备注：

5.3.1.4 高压和低压中的空气运动

空气作曲线运动时，受到水平气压梯度力、地转偏向力和惯性离心力的共同作用，当这三个力达到平衡时，在北半球，低压区空气沿逆时针方向旋转，高压区空气沿顺时针方向旋转。南半球则相反。

近地面附近，由于摩擦力的作用，低压区气流向中心辐合，质量堆积，中心产生上升气流。高压区气流向外辐散，中心质量亏损，产生补偿下沉气流。



样题：直升机飞过低压区，风向如何变化？

<h2>5.3.2 大气的垂直运动</h2> <h3>5.3.2.1 对流冲击力</h3> <p>一、垂直运动的种类</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 对流的特点和形成 <ol style="list-style-type: none"> (1) 对流是由于空气块与周围大气有温度差异而产生的强烈而比较有规则的升降运动。 (2) 垂直速度大，一般为 $1\sim10 \text{ m/s}$；水平范围小，一般是几千米到几十千米；持续时间短，一般为几十分钟到几小时。 (3) 对流产生的原因是气块温度与周围大气温度有差异，当空气块温度高于周围大气温度时，它将获得向上的加速度；反之则获得向下的加速度。 2. 系统性垂直运动的特点和形成 <ol style="list-style-type: none"> (1) 大范围空气有规则的升降运动称为系统性垂直运动。 (2) 垂直速度小，为 $1\sim10 \text{ cm/s}$；水平范围大，几百~几千公里；持续时间长，为十几小时~几天。 (3) 系统性垂直运动出现的地区有：大范围空气的水平气流辐合、辐散区；冷、暖空气交锋区；地形抬升区。 3. 大气波动的特点和形成 <p>大气在重力作用下产生的波动，叫重力波。重力波的形成有两种原因：一是两层密度不同的空气发生相对运动时，在其界面上会出现波动。另一种情况是在有较强的风吹过山脉时，由于山脉对气流的扰动作用，在一定条件下，可在山的背风面形成重力波，即山地背风波。</p> 4. 大气乱流的特点和形成 <p>乱流是空气不规则的涡旋运动，又称湍流或扰动气流，其范围一般在几百米以内。</p> <p>二、对流冲击力</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 使原来静止的空气产生垂直运动的作用力，称为对流冲击力。 2. 对流冲力的形成有热力和动力两种原因。热力对流冲击力是由地面热力性质差异引起的。动力对流冲击力是由空气运动时受到机械抬升作用而引起。气流辐合辐散时造成的空气升降运动也属于动力对流冲击力。 	备注：
样题：雷雨中的升降气流属于哪种垂直运动？	

5.3.2 大气的垂直运动 5.3.2.2 大气稳定度	备注：
<p>空气在对流冲击力的作用下仅能产生初始的上升运动，这种垂直运动能否继续发展，最终形成对流则取决于大气稳定度。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 大气稳定度是大气对垂直运动的阻碍程度；2. 大气层结是否稳定，主要取决于环境大气的气温直减率，气温直减率越大，大气越趋于不稳定。3. 大气稳定度具有日变化和年变化规律。天气越晴朗，则白天易出现不稳定，夜间则变的稳定。一年之中，夏季大气最不稳定，冬季大气最稳定。 <p>样题：为什么夏季的大气最不稳定，大气稳定度的冬夏差异对飞行气象条件有哪些影响？</p>	

5.4.1 云的分类	备注:
<p>按照云的外形特征、结构和云底高度，可将云分为不同种类。依云底高可将云分为高云、中云、低云3族。对飞行影响较大的低云主要包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 淡积云 (Cu) 孤立分散的小云块，底部平坦，顶部呈圆弧状凸起，像小土包。云体的垂直厚度小于水平宽度。淡积云上飞行比较平稳；云量较多时，在云下或云中飞行时有轻微颠簸；云中飞行时，若连续穿过云块，则光线忽暗忽明，容易引起疲劳。 2. 浓积云 (Tcu) 云块底部平坦而灰暗，顶部凸起而明亮。云体高大，像大山或高塔。厚度通常在1000~2000 m之间，厚的可达6000 m。浓积云中和云下飞行常有中度到强烈的颠簸，云中常有积冰。云内水滴浓密，能见度十分恶劣。 3. 积雨云 (Cb) 浓厚的大云体，垂直发展旺盛，花椰菜状的云顶像大山或高塔似地耸立着。顶部开始结冰，有白色的纤维状结构，有时扩展成马鬃状或铁砧状。通常高于6000 m，最高可达20000 m。云底阴暗混乱，有时呈悬球状、滚轴状或弧状。其下常有一层低而破碎的云（碎雨云，Fn）。积雨云一般能降阵雨或阵雪，偶尔下冰雹，伴有闪电和雷鸣，会严重危及飞行安全。 4. 雨层云 (Ns) 灰暗的均匀云层，云底因降水而模糊不清，云厚足以蔽日。可降连续性雨、雪或形成下垂的雨幡或雪幡。 	

样题：积雨云对飞行有哪些影响？

5.4.2 云的识别与观测	备注:
<ol style="list-style-type: none">1. 云状的识别 依据云的外貌特征、出现高度、云的色彩、亮度以及与云相伴的天气现象进行识别判断。2. 云量的观测 云量是指云遮蔽天空视野的份数。民航部门规定把天空分为八份，其中被云遮盖的份数就是云量，可分为总云量、分云量。总云量是指天空被云遮盖的总份数，分云量是指某一种云覆盖天空的份数。某种云的可见分云量与其下各层云的总云量之和称为累积分云量。3. 云高的观测 云高是指云底距地面的高度。	

样题：可见分云量与累积分云量有何区别？

5.4.3 云的形成与天气	备注:
<p>一、云的形成 要形成云，大气必须具备三个条件，即充足的水汽、充分的冷却和足够的凝结核。</p> <p>二、云对飞行的影响</p> <ol style="list-style-type: none">1. 低云对直升机着陆影响较大。2. 云中能见度差，目视飞行时进云，易发生错觉，偏离正常航迹或丢失直升机状态。3. 云中飞行可能发生积冰。浓积云和积雨云上部常有中到强烈的积冰，对飞行危害极大，故积雨云通常被称为飞行禁区。4. 在云中飞行可能遭遇颠簸。浓积云和积雨云对飞行危害较大，在云中及云体附近都会有较强的颠簸，在距积雨云体 1000 m 以内都会有强烈颠簸。5. 积雨云中飞行时可能遭遇雷击或雹击，导致直升机受损。6. 层积云对飞行的影响：云中飞行一般平稳，有时有轻颠，可产生轻度到中度积冰。7. 雨层云对飞行的影响：云中飞行平稳，但能见度恶劣；长时间云中飞行可产生中度到强度的积冰；暖季云中可能隐藏着积雨云，会给飞行安全带来严重危险。	

样题：云对飞行的影响有哪些？

5.4.4 降水及其分类	备注:
<p>一、降水的基本概念</p> <p>水汽凝结物从云中掉落到地面的现象称为降水，如雨、雪、冰雹等。若有水汽凝结物从云中落下，但没有降落到地面，而是在空中就蒸发掉了，这种现象叫做雨幡。</p> <p>二、降水的形成</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 暖云降水 暖云中的降水主要是由于云滴的凝结增长和云滴的相互碰并造成。 2. 冷云降水 在温度低于 0°C 的云中，通常是过冷水滴、冰晶、水汽三者共存，这类云产生降水的过程就是冰晶效应。 下雨还是下雪完全取决于云中和云下的温度。当云中和云下温度都在 0°C 以上时，若有降水则是雨或毛毛雨；当云中温度低于 0°C，而云下温度高于 0°C 时，从云中降下的冰晶、雪花可能在途中融化成雨滴。形成液态、固态、或二者的混合物（雨夹雪）；当云中和云下温度都低于 0°C 时，若降水，则是雪。 <p>三、降水的分类</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 降水的强度：小雨、中雨、大雨。 2. 降水的形态：液态（雨和冻雨）、固态（雪和冰雹）、雨夹雪。 3. 降水的性质：连续性（持续时间长，强度变化小）；间歇性（时降时止，时大时小，降水强度有变化）；阵性（骤降骤止，强度变化很大，天空时而昏暗，时而部分明亮，温、压、风等要素有时也随之发生显著变化）。 4. 各类云的降水：积状云产生阵性降水；层状云产生连续性降水；波状云产生间歇性降水。 <p>四、降水对飞行的影响</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 降水使能见度减小。降水使能见度降低的程度，与降水种类、强度和飞行速度有关。 2. 过冷却雨滴易造成积冰。 3. 大雨下方易出现强下降气流。 4. 大雨恶化直升机的气动性能。 	

样题：降水相态不同对飞行的影响有何不同？

5.5.1 能见度的概念及观测	备注:
<p>一、能见度的概念</p> <p>航空上能见度的定义为视力正常的人，在昼间能看清目标物轮廓的最大距离，在夜间则是能看清灯光发光点的最大距离。</p> <p>二、影响能见度的主要因子</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 影响昼间能见度的主要因子 目标物与其背景间原有的亮度对比；大气透明度；亮度对比视觉阈。 白天向阳飞行（视野亮度过大），或黄昏、拂晓和夜间飞行（视野亮度过小），视觉阈都会显著增大，使得辨别物体的能力下降。 2. 影响夜间能见度的主要因子 灯光发光强度；大气透明度；灯光视觉阈。 <p>三、能见度的种类</p> <p>航空使用能见度包括地面能见度和空中能见度。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 地面能见度 主导能见度：测站视野 180°以上范围都能达到的最大能见度距离。 跑道视程：飞行员位于跑道中线的飞机上观测起飞方向或着陆方向，能看到跑道上的标志或能看到跑道边灯或中线灯的最大距离。 2. 空中能见度 空中能见度主要分为空中水平能见度、空中垂直能见度、空中倾斜能见度。空中能见度由于目标物轮廓的不断变化，背景复杂多变，所经大气的透明度差异很大，导致处于不同位置上的直升食能见度差异极大。 	

样题：分析哪些因素造成了地面能见度和空中能见度的不同？

5.5.2 不同类型雾的形成和特征	备注:
<p>一、雾的概念</p> <p>悬浮于近地面中的水滴或冰晶，使能见度小于1 km 的现象叫雾。能见度在1~5 km 之间叫轻雾。</p> <p>二、雾的形成与特征</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 辐射雾 由地表辐射冷却形成的雾叫辐射雾。 形成条件：晴朗的夜空（无云或少云）、微风（一般1~3 m/s）和近地面空气湿度大。 特点：季节性和日变化明显，多见于秋冬季节，日出前后最浓；地方性特点显著，多出现在谷地、洼地和盆地中；范围小、厚度不大、分布不均。 2. 平流雾 暖湿空气流到冷的下垫面经冷却而形成的雾叫平流雾。 形成条件：风向应由暖湿空气区吹向冷区，风速一般在2~7 m/s；暖湿空气与冷下垫面温差显著；暖湿空气的相对湿度大。 特点：春夏多，秋冬少；来去突然，多见于沿海地区；范围广，厚度大。 3. 上坡雾 潮湿空气沿着山坡上升，绝热冷却使空气达到饱和而产生的雾。潮湿空气必须稳定且山坡平缓。 4. 锋面雾 发生在冷暖空气交界的锋面附近，锋前锋后均有，但以暖锋附近居多。锋前雾由暖空气中的雨滴落入地面冷空气中蒸发，空气达到饱和而凝结形成。锋后雾由暖湿空气移至原来被暖锋前冷空气占据过的地区，经冷却达到饱和而形成。锋面雾常随锋面的移动而移动。 5. 蒸发雾 冷空气流经暖水面，如果气温与水温相差很大，则水面蒸发大量水汽进入冷空气凝结形成雾。这种雾层上往往有逆温层存在。 <p>三、雾对飞行的影响</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 雾导致能见度降低，飞行员视线变差，安全裕度减小，对导航设备的要求更高，严重影响直升机的飞行安全。 2. 辐射雾越接近地面越浓，因此辐射雾上空飞行，往往可见地面高大目标，但在下降着陆时，目标物可能又变的不可见。 3. 平流雾来去突然，不好预测，影响比辐射雾更大。 	

样题：分析我国哪些地区易发生辐射雾，哪些地区易发生平流雾。

5.5.3 影响能见度的天气现象符号

备注:

一、固体杂质形成的视程障碍

1. 烟幕

大量烟粒聚集在空中，使能见度等于或小于 5 km 的现象叫烟幕。烟幕需要在有大量烟源、适宜的风速和逆温层的情况下形成。一天中早晨最多，一年中则以冬季最常见。

2. 霾

大量微小的固体杂质（包括尘埃、烟粒、盐粒等）浮游于空中，使水平能见度等于或小于 5 km 的现象称为霾。霾出现在高空逆温层之下。有霾时，地面能见度往往不一定很差，但空中能见度却很差。

3. 风沙

被强风卷起的沙尘使水平能见度小于 5 km 的现象称为扬沙。其中能见度小于 1 km 的称为沙（尘）暴。

4. 浮尘

细小的尘粒浮游于空中，使水平能见度等于或小于 5 km 的现象，称浮尘。浮尘是风沙的伴生现象。

5. 吹雪

地面积雪被强风卷入空中，使水平能见度等于或小于 5 km 的现象叫吹雪。吹雪所及高度低于 2 m 的，叫低吹雪；在 2 m 以上的，叫高吹雪。

二、形成视程障碍的天气现象的符号

天气现象	雾	轻雾	烟幕	霾	扬沙	沙暴	浮尘	低吹雪	高吹雪
表示符号	≡	=	~	∞	\$	↙	S	↓+	↑+

样题：烟幕和霾有何区别，对飞行的影响有何不同？

5.6.1 气团的特征和天气	备注:
<p>一、气团的概念</p> <p>气团是指对流层中水平方向上物理性质（冷、暖、干、湿、稳定性）比较均匀的大范围空气，其水平尺度可与整个大陆或海洋的面积相比，达几百千米至几千千米，垂直尺度约几百米至十几千米，常从地面伸展至对流层顶。</p> <p>二、气团的形成条件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大范围性质比较均匀的地理区域。 2. 空气能够在气团源地长期停留或缓慢移动。 <p>三、冷、暖气团在变性时的天气特征</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 气团的变性 <p>当气团在源地形成后，气团离开源地移到与源地性质不同的地面，气团中的空气与新地表产生了热量与水分的交换，同时在移动中还会发生一些物理过程，这样气团的物理性质就会逐渐发生变化，这种变化称为气团的变性。</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 移经暖地表的冷气团的天气 <p>具有不稳定的天气特征：大气不稳定，对流和乱流容易发展，多积状云，阵性降水，天气有明显的日变化，地面能见度一般较好，冬季可能形成烟幕或辐射雾。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 移经冷地表的暖气团的天气 <p>具有稳定的天气特征：大气稳定，乱流弱，能形成很低的层云、层积云，有时有毛毛雨或小雨雪，会形成平流雾，地面能见度一般较差。</p>	

样题：我国境内能否成为气团源地，为什么？

5.6.2 锋的特征及分类	备注:
<p>一、锋的概念和空间结构 当冷暖气团相遇，其间狭窄的过渡区称为锋区。</p> <p>二、锋的分类</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 冷锋 锋面在移动过程中，冷气团起主导作用，推动锋面向暖气团一侧移动，锋面过后温度降低。 2. 暖锋 锋面在移动过程中，暖气团占主导地位，推动锋面向冷气团一侧移动。 3. 准静止锋 冷暖气团势力相当，锋面很少移动。主要由地形原因造成。 4. 锢囚锋 冷锋追上暖锋或由两条冷锋迎面相遇而构成的复合锋。 <p>三、锋面附近气象要素的分布情况</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 温度场特征 锋区内温度水平梯度远比其两侧气团内部大；锋区内温度垂直梯度特别小。 2. 气压场特征 锋处于低压槽中，从冷气团一侧靠近锋面气压下降快，从暖气团一侧靠近锋面气压下降慢。 3. 风的特征 在水平方向上从锋后到锋前，风呈气旋式转变（即逆时针旋转）。 	

样题：直升机穿过锋面，由暖区进入冷区，升限有何变化，风有何变化？

5.6.3 锋面天气	备注:
<p>一、暖锋天气</p> <p>锋面上从高到低依次形成卷云、卷层云、高层云和雨层云，云的排列顺序与缓行冷锋上的云系相反，暖锋锋线前的云和降水区较宽广，可达数百千米。</p> <p>二、冷锋天气</p> <p>1、急行冷锋</p> <p>云系和降水分布在锋线前和附近的狭窄范围内，当暖气团稳定时，依次出现 $Ci \rightarrow Cs \rightarrow As \rightarrow Ns$，暖气团不稳定时，沿锋线形成一条狭窄的积状云带，并能形成旺盛的积雨云。锋线一过，云消雨散，风速增加，出现大风。</p> <p>2、缓行冷锋</p> <p>冷锋中移动速度较慢的叫缓行冷锋。当缓行冷锋与不稳定空气相遇时，在锋线上和锋线后不远处形成大量的层状云和对流云。</p> <p>三、准静止锋天气</p> <p>静止锋锋面坡度很小，云层和降水区比暖锋更为宽广，降水强度小，但持续时间较长。静止锋有时在某一地区来回摆动，使该地区出现持续的阴雨天气，若暖空气潮湿且不稳定，常可出现积雨云和雷阵雨。在静止锋区域飞行有同暖锋区域飞行相近特点，不宜简单气象条件飞行，在稳定天气形势下可进行复杂气象训练。</p> <p>四、锢囚锋天气</p> <p>天气除保留原来两条锋面的天气特征外，还因锢囚后暖气团被抬升，上升运动进一步发展，使得云层变厚，降水增强，降水区扩大。</p>	

样题：暖锋过境和冷锋过境前后的天气现象有哪些差异？

5.7.1 雷暴的形成条件	备注:
<p>一、雷暴的形成条件</p> <p>雷暴是由强烈发展的积雨云产生的，形成强烈的积雨云需要有如下三个条件：深厚而明显的不稳定气层；充沛的水汽；足够的冲击力。</p> <p>二、雷暴的种类</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 热雷暴 热力对流产生的雷暴称热雷暴。 2. 地形雷暴 暖湿不稳定空气在山脉迎风坡被迫抬升而形成的雷暴。 3. 天气系统雷暴 由于天气系统能够产生系统性上升运动，在气团不稳定、水汽多的条件下，使对流发展而产生的雷暴。 <p>三、强雷暴的种类</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 多单体风暴 由多个处于不同发展阶段的雷暴单体组成，有组织地排成一列。虽然每个个体的生命期不长，但通过若干单体连续更替过程，可以形成生命期达数小时的强雷暴。 2. 超级单体风暴 由一个巨大单体发展成单一的强大环流系统，多数情况下它也是顺对流层中部风向的右侧移动。与多单体风暴不同，超级单体风暴是以连续的方式移动的。 3. 龙卷风 龙卷风简称龙卷。它是排列成带状的多个雷暴或积雨云群组成的狭窄的强对流天气带。沿着龙卷会出现雷电、暴雨、大风、冰雹和龙卷等恶劣天气。 	

样题：龙卷和龙卷风有何区别？

5.7.2 雷暴的结构和天气	备注:
<p>一、一般雷暴单体的生命史和对应的天气</p> <p>雷暴通常由一个或几个雷暴单体所组成。雷暴单体是一个对流单元，其生命史可分为三个阶段，即：发展阶段、成熟阶段和消散阶段。</p> <p>发展阶段：从淡积云发展成浓积云，云内都是上升气流；云滴大多由水滴构成，一般没有降水和闪电。</p> <p>成熟阶段：云中除上升气流外，局部出现系统的下降气流，上升气流区温度高，下降气流区温度低，降水产生并发展；有强烈的湍流、积冰、闪电、阵雨和大风等危险天气。</p> <p>消散阶段：下降气流遍布云中，云体向水平方向扩展，云体趋于瓦解和消散。</p> <p>二、雷暴过境时的地面天气</p> <p>温度：雷暴来临前，地面温度高，湿度大，闷热；雷暴来临，气温骤降。</p> <p>气压：雷暴来临前，气压下降；雷暴来临，气压开始升高。</p> <p>风：雷暴来临前，一般风速较小，风向吹向雷暴区；雷暴来临，风向突变，风速增加；雷暴过境后，风向相反方向偏转，风力减弱。</p> <p>降水：雷暴中心区域降水强度最大，阵雨持续时间和单体成熟阶段持续时间大致相同。</p>	

样题：为何雷暴来临时气温降低、气压升高、风向突变、风速增加？

5.7.3 雷暴对飞行的影响	备注:
<p>一、雷暴对飞行的危害</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 龙卷风 进入龙卷风涡旋区的直升机会失去控制并且遭受结构破损。由于涡旋区能够延伸到云中，无意中进入雷暴的直升机可能会遭遇到隐藏的龙卷风涡旋。 2. 湍流 在所有的雷暴中都可能隐藏有危害性的湍流，较严重的湍流可能会对直升机造成损害。直升机几乎无法在雷暴中保持稳定的高度，如果试图维持高度，机身的负荷会大大增加。 3. 积冰 4. 冰雹 冰雹对飞行安全也会造成极大的危害。过冷水滴在冻结层之上开始冻结，一旦有过冷水滴开始冻结，其他水滴就会附着之上，有时可以形成巨大的冰球。随着强烈的上升气流，在强雷暴内较高的高度会形成大块雹。冰雹可能会在距离雷暴中心较远的地方坠落，因此可能会在距离雷暴数公里以外遭遇冰雹袭击。 5. 低云及低能见度 雷暴云中能见度几乎为零。雷暴所形成的低云和低能见度，伴随雷暴所产生的诸如湍流、冰雹以及闪电等其它危险天气会使仪表进近无法实施。 6. 对于高度表的影响 雷暴压境时，气压变化剧烈，如果飞行员没有进行正确的高度表设置，高度误差可能超过 30 m (100 ft)。 7. 闪电 闪电可能会击穿直升机蒙皮并对通信和电子导航设备造成损伤，甚至会点燃燃油引发爆炸。 8. 发动机吸水 在雷暴中大量水滴聚集的区域飞行，可能导致一个或多个发动机熄火甚至结构性损坏。 9. 阵风锋 雷暴下冲气流引起的阵风面的前缘，有时伴随着滩云或者滚轴云。 	

样题：雷暴对飞行有哪些影响？

5.7.4 下击暴流

备注:

一、下击暴流的定义

能引起地面或近地面产生 $>18\text{ m/s}$ 雷暴大风的突发性的强烈下降气流，称为下击暴流。下击暴流在地面的风是直线风，即从雷暴云下基本呈直线状向外流动，水平尺度为4~40km。

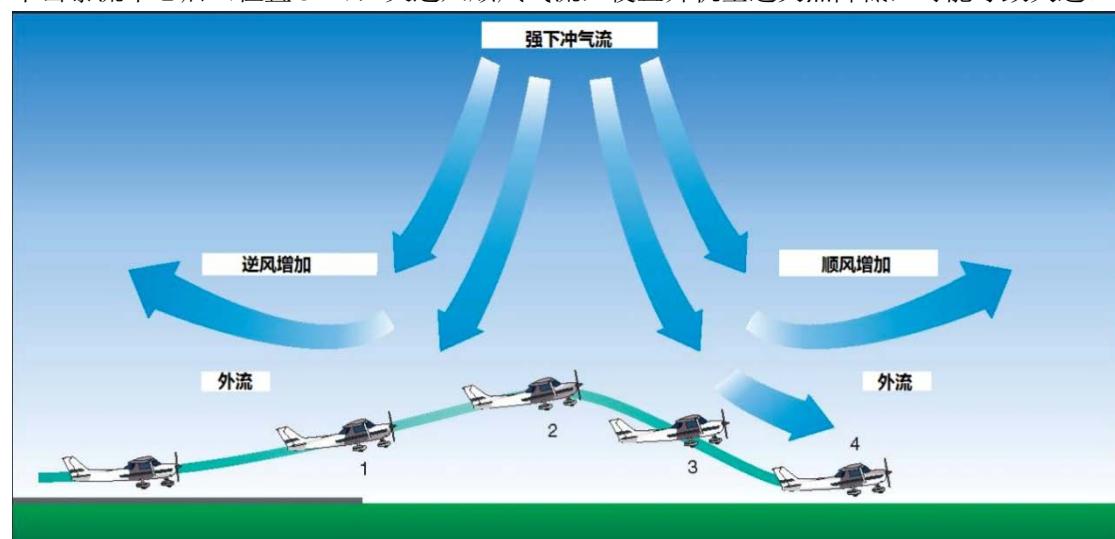
微下击暴流出现在下击暴流之中，水平尺度为400~4000m，地面风在22m/s以上，离地100米高度上的下降气流速度可达几十米/秒。

二、生命周期

下击暴流一般持续10~15分钟；微下击暴流只有几分钟。

三、下击暴流对飞行的影响

当下冲气流到达地面时会沿各方向散开，垂直运动的风速会出现突然的加剧。直升机着陆时，如果下滑轨迹通过下击暴流，刚进入时（位置1）直升机会遭遇大逆风导致空速增加，高度上升；进入中心区域（位置2）会遭遇强烈的下冲气流，导致高度过低；当直升机飞过下击暴流中心后（位置3~4），又进入顺风气流，使直升机空速突然降低，可能导致失速。



样题：穿过下击暴流区，风速和直升机升力如何变化？

5.7.5 飞行中对雷暴的判断	备注:
<p>一、识别雷暴的方法</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 根据云的外貌识别 2. 云中飞行时对雷暴的判断 <ol style="list-style-type: none"> (1) 无线电罗盘指针摆动、缓慢转动、指向(强)雷暴。 (2) 通信受到干扰，出现杂音，雷暴强时甚至造成通信中断。 (3) 出现的颠簸、积冰、降水越来越强作为进入雷暴的标志。 3. 使用气象测雨雷达和气象雷达探测雷暴 <p>二、雷暴天气飞行的注意事项</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 飞行前飞行人员要认真向值班气象员详细了解飞行区域天气情况及变化趋势。 2. 飞行中空勤组只要有可能就应尽量避开雷暴活动区。 3. 飞行时特别是夏季飞行应经常用机载雷达监视天气变化，当发现回波后，应经常不断注意其强度的变化。 4. 绕雷暴云飞行时，基本原则以目视不进雷暴云，力争在云上或云外能见飞行，以目视及雷达配合积极寻找有利方向绕飞。 5. 尽量不在雷暴云的下方飞行，因为云与地之间闪电击(雷击)的次数最为频繁，直升机也最容易遭闪电击(雷击)。 6. 在云中飞行时，遇到天气复杂多变，不仅要根据机载雷达来判断情况，同时要请求地面气象雷达进行协助配合。 7. 尽量不在中等强度以上降雨区内飞行。 8. 在雷暴区边缘机场起、降时，要特别注意低空风切变的影响。 9. 雷暴季节，直升机停放时应做好防护，接好地线，做好防护防止直升机在地面遭大风、冰雹、闪电击等危害。 	

样题：雷暴云有哪些外貌特征？

5.8.1 山地背风波及其对飞行的影响 5.8.1.1 山地背风波的概念	备注:
<p>气流越山时，在一定条件下，会在山地背风面上空形成波动气流，称为山地背风波或地形波或驻波。</p> <p>一、背风波的形成条件</p> <ol style="list-style-type: none">1. 气流越过的山脊非孤立的山峰，而是长山脊或山岳地带。2. 风向与山脊交角大，最好正交。山脊高度风速不小于 8m/s，风速随高度增加或减小保持不变。3. 底层大气不大稳定，而上层大气稳定。	

样题：山地背风波影响的垂直范围有多高？

5.8.1 山地背风波及其对飞行的影响 5.8.1.2 山地背风波的判定	备注:
能够指示有山地波存在的云是山帽云、滚轴云和荚状云。需要注意的是，空气干燥时不会有这些云形成，但山地波照样存在。	
样题：山地上空有浓积云，则该山地上空是否会有背风波存在？	

5.8.1 山地背风波及其对飞行的影响 5.8.1.3 山地背风波对飞行的影响	备注:
<p>1. 山地波动中有明显的升降气流和乱流，会对飞行造成很大影响。</p> <p>2. 背风波中的下降气流不仅使直升机高度下降，也使气压式高度表读数偏高。</p> <p>3. 山地波波峰处的风速比波谷处大，另外还有阵风，其强度比一般雷雨所出现的风速还要大。在波脊和波谷的地方，有时还会出现滚转气流。</p>	

样题：分析山地下降气流中飞行时，气压式高度表示数出现误差的原因。

5.8.2 地方性风

备注:

5.8.2.1 海陆风

地方性风只有在没有强烈天气系统的影响下才明显，而一旦有其他强烈天气系统的影响，其作用就会被掩盖而显现不出来。

天气晴朗，背景风场较弱的情况下。白天，由于陆地增热比水面快，近地面形成由冷海面（高压区）吹向暖陆地（低压区）的海风，高空则形成与地面相反的回流。晚上的情形与白天相反，被称为陆风。

有海陆风的天气下，当直升机沿海岸线飞行时，会遭遇侧风的影响。当直升机垂直于海岸线飞行时，会遭遇顺逆风。海岸线附近上下高度时可能会遭遇风切变的影响。

样题：分析海陆风对沿海飞行的直升机有哪些影响？

5.8.2 地方性风	备注：	
5.8.2.2 山谷风		
<p>白天，山坡气温高于山谷同高度气温，形成由谷地吹向山坡的风，被称为谷风。晚上则由于降温不同，形成由山坡吹向谷地的风，称为山风。故山谷风风向与山谷走向垂直。</p>		
样题：山谷风对直升机在山谷中的起降有哪些影响？		

5.8.2 地方性风

备注:

5.8.2.3 峡谷风

由于狭管效应，山口、河谷地区常产生风速较大的风，称为峡谷风。

样题：某地高空盛行风向为西风，分析其对不同走向的峡谷中风速的影响。

5.8.2 地方性风 5.8.2.4 焚风	备注:
气流过山后，沿着背风坡向下吹的热而干的风，叫做焚风。焚风吹来时，气温迅速升高，湿度急剧减小。	

样题：受焚风影响时，山地迎风坡和背风坡的飞行气象条件有哪些差异？

5.8.2 地方性风

备注:

5.8.2.5 下坡风

在大型山脉的背风坡，由于山脉的屏障作用，通常风速较小，但在某些情况下，空气越山后，在山地的背风面一侧会出现局地强风，这种自山上吹下来的局地强风，称下坡风暴。下坡风暴的发生与山地背风波中形成水跃型气流有关。

样题：下坡风暴形成时，大气层结稳定度如何？

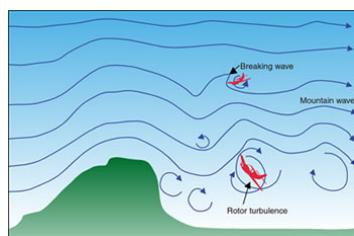
5.8.3 山地和高原飞行气象条件

备注:

一、山地和高原的气流

1. 一般来说，山地的迎风坡受上升气流影响，背风坡受下降气流影响。背风坡飞行易被下降气流带入背风涡旋中，所以山地飞行一定要在安全高度以上。但要注意，不要认为在山地迎风坡一定会有上升气流存在，如迎风坡受上游背风波的下沉气流控制或迎风坡受山风影响时，迎风坡上升气流可能会减弱甚至消失。

2. 气流越山时，由于摩擦作用在山坡上形成乱流。乱流的发展程度与风速、风与山地的交角、山地相对高度、气层稳定度和地形特点有关。在山谷中飞行时，应避开背风坡而靠近迎风坡飞行，以减小乱流的影响。



3. 由峡谷吹来的强风进入开阔地区时，有时会在主流的两侧形成绕垂直轴的强大涡旋。顺风沿山谷飞行时，应尽力避免靠近谷底或山坡，在峡谷出口处也不要过早转弯，以免误入两旁的涡旋气流中。

二、飞机颠簸

1. 飞机乱流的种类

大气乱流的种类有热力乱流、动力乱流、晴空乱流和尾流四种。飞机飞过乱流区，导致飞机出现短促而频繁的抖动被称为飞机颠簸。

热力乱流常常出现在对流层的低层，当有较强的热力对流发生时，也可能扩展到高空。动力乱流由空气流过粗糙不平的地表面或障碍物时造成。晴空乱流则是指发生在6000 m以上的高空，与对流云无关的乱流。

山区由于地形、地貌变化大，造成热力和动力乱流发展旺盛，会对直升机低空飞行构成严重威胁。我国青藏高原，由于特殊的自然地理条件，在7500~9000 m的飞行高度上，热力乱流、动力乱流和晴空乱流都能起作用，因此颠簸出现的频率和强度都很高。

2. 影响飞机颠簸的因素

颠簸强度分为弱颠簸、中度颠簸和强颠簸三种。

颠簸强度划分

弱颠簸	中度颠簸	强颠簸
飞机轻微地和有间歇地上下抛掷，空速表指示有改变	飞机抖动、频繁地上下抛掷，左右摇晃，颠簸，操纵费力，	飞机强烈地抖动，频繁地和剧烈地上下抛掷不止，操纵有困难

颠簸的强度与以下因素有关：

(1) 乱流强度

乱流强度取决于垂直阵风区风速和空气密度，垂直阵风的速度越大，空气密度越大，它们所引起的飞机升力的变化越大，颠簸也越强；反之，亦然。

(2) 飞行速度

在低速飞行条件下，飞行速度越大，直升机因乱流而产生的振动的振幅和频率都越大，颠簸就越强。但是，在一定的乱流下，如果飞行速度继续增大，由于振动周期缩短，振幅会反而减小。

3. 飞机颠簸的影响及产生条件

飞机颠簸会造成：飞机操纵困难，甚至失去操纵；损害飞机结构、减小发动机功率；飞行人员和乘客的紧张和疲劳，甚至危及安全。

遭遇飞机颠簸时，飞行员应当：操纵动作要柔和，不要有大的机动动作；采用适当的飞行速度；改变高度或航线，脱离颠簸区。

产生颠簸的天气系统主要有：锋面；空中槽线和切变线；高空低涡等。

产生颠簸的地区有：地表热力性质不同的地区；山区及地表粗糙区；积状云区；低层风切变区。

由此可见，山区颠簸发生的频率高于平原地区，但不意味着平原地区没有飞机颠簸发生。

三、山地和高原的云和降水

山地的云、雾和降水一般比附近平原地区多，但分布极不均匀。云和降水多出现在迎风坡，背风坡稀少。云和降水类型与当前的大气稳定度有关。云底高有较明显日变化，云高随气温的升高而抬升。

四、山地和高原的雾

在山区地形起伏的谷地和低洼地区，夜间高处冷空气滑入低地，当空气比较潮湿，且风速较小时，易形成辐射雾。有时，潮湿的空气沿山坡上滑时，由于绝热冷却，空气饱和，会形成笼罩山头的上坡雾。在高纬山区，由于气温低，雾滴往往由过冷水滴构成，有时会形成雾凇。

五、山地和高原飞行注意事项

1. 山地云层常笼罩山峰，在云中飞行应保持越山的安全高度。
2. 迎风坡上低于 0°C 的云中飞行，往往有较强的直升机积冰。在山顶或背风坡上云中飞行，特别是在有滚轴云的高度上飞行，会遇到强烈颠簸。
3. 山地飞行时，真高急剧变化，相关设备性能变差，易出现高度误差或造成迷航。
4. 山地对流云发展迅速且强盛，故山区飞行要注意积雨云，以防雷击。
5. 山地风具有明显的地方性特点，在水平方向和垂直方向上短距离内都可能有很大的变化。

样题：为何山区比附近的平原地区更容易出现积雨云？

5.8.4 沙漠地区和海上飞行气象条件	备注:
<p>一、沙漠地区飞行气象条件</p> <p>1.沙漠地区人烟稀少，地形复杂，天气多变，气象测站少。飞行前需仔细了解天气，飞行中加强陆空联络。</p> <p>2.荒漠地区地标稀少，尤其是地表低层有吹雪、风沙等影响视程，不能辨别地标时，容易发生迷航，应熟悉飞行区内的地标特征及地标随季节变化情况。</p> <p>3.夏季午后在沙漠中起降时，需注意高温给直升机造成的不利影响，要注意直升机载重能力下降，也要注意高温和跑道不净可能造成的轮胎破裂现象。</p> <p>二、海上飞行气象条件</p> <p>1.海上中低空飞行时，海天颜色接近，天水线不易分辨。</p> <p>2.海上目视判断飞行高度困难，易偏低。</p> <p>3.海上缺少地标，目测困难。</p> <p>4.海上水汽充足，易出现高度极低的层云，对沿海飞行造成极大影响。</p> <p>5.海雾遮蔽海面和目标物，给海上飞行带来困难。</p> <p>6.海面摩擦力小，风力往往强于陆地上空。</p>	

样题：为何海上的积云多在夜间出现？

5.9.1 风切变和低空风切变的概念

备注:

风切变是指空间两点之间风的矢量差，即在同一高度或不同高度短距离内风向和（或）风速的变化，在空间任何高度上都可能产生风切变。

对飞行威胁最大的是发生在近地面层的风切变。我们把发生在 600 m 高度以下的平均风矢量在空间两点之间的差值称为低空风切变。

样题：风切变和飞机乱流有何区别？

5.9.2 低空风切变的种类	备注:
<p>低空风切变分为四种：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 顺风切变 水平风的变量对直升机来说是顺风。顺风切变使直升机空速减小，升力下降，直升机下沉，危害较大。2. 逆风切变 水平风的变量对直升机来说是逆风，这种情形，由于直升机的空速突然增大，升力也增大，直升机抬升。3. 侧风切变 直升机从一种侧风或无侧风状态进入另一种明显不同的侧风状态。侧风有左侧风和右侧风之分，它使直升机发生侧滑、滚转或偏转。4. 垂直切变 直升机从无明显的升降气流区进入强烈的升降气流区域的情形。特别是强烈的下降气流，往往有很强的猝发性，强度很大，使直升机突然下沉，危害很大。	
样题：直升机由大顺风进入小顺风区是哪种风切变？	

5.9.3 产生低空风切变的气象条件

备注:

一、强对流天气

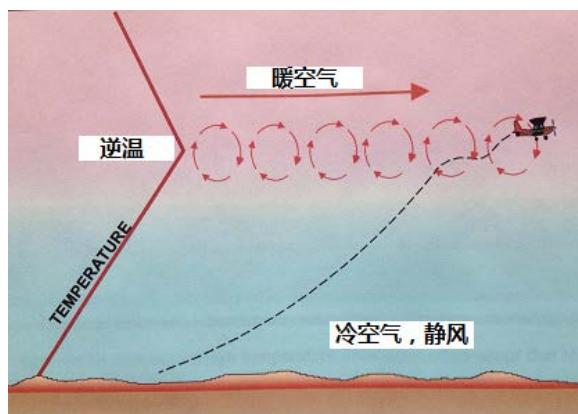
通常雷暴可产生较强的风切变，雷暴的四周和正下方均可产生较强风切变。特别是雷暴下方产生的微下击暴流，对飞行危害极大。

二、锋面天气

冷锋、暖锋或锢囚锋均可产生低空风切变。

三、辐射逆温型的低空急流天气

秋冬季晴空的夜间，由于强烈的地面辐射降温而形成低空逆温层，在逆温层上风速较大，形成急流，产生风切变。



四、地理、环境因素引起的风切变

主要是指山地地形、水陆界面、高大建筑物、成片树林与其它自然的和人为的因素等形成的风切变。

样题：冷锋和暖锋中哪一个造成的风切变更强，哪一个造成的风切变持续时间更长？

5.9.4 低空风切变对飞行的影响

备注:

一、风切变对直升机的影响

1. 逆风/顺风切变

逆风切变增加了指示空速，从而增加了直升机性能。直升机将向上抬头以减小空速。相反，顺风切变将减小指示空速并降低直升机性能。由于速度损失，直升机将向下低头以增加速度。

2. 垂直风切变

机头将随之上下俯仰，甚至可能导致直升机在较大速度时出现短时的机身抖动现象。

3. 侧风风切变

侧风切变将导致直升机横滚、偏转。

4. 颠簸

风切变可能伴随着剧烈的颠簸。

5. 降水

某些类型的风切变伴随着大量的降水，强降水可视为严重风切变的预兆。

二、风切变对直升机系统的影响

1. 高度表

无线电高度表指示波动。气压式高度表会受下击暴流造成的气压波动影响，指示不准确。

2. 升降速度表

不能仅仅依靠升降速度表来判断直升机的升降率。

样题：分析不同高度风切变对飞行的影响。

5.9.5 低空风切变的判定	备注:
<p>一、风切变的目视判别方法</p> <ol style="list-style-type: none">1. 雷暴冷性外流气流形成的沙暴堤。2. 云体下的雨幡。3. 轴状云。4. 风吹倒的树林和庄稼。 <p>二、座舱仪表判别法</p> <ol style="list-style-type: none">1. 空速表：指示发生剧烈变化。2. 高度表：高度表指示异常，大幅偏离正常高度。3. 升降速度表：指示异常，下降率明显增大。4. 姿态仪：俯仰角指示迅速变化，变化越快、越大，危害越大。	

样题：下击暴流有哪些目视征兆？

5.10.1 飞机积冰的种类	备注:
<p>一、积冰的形成</p> <p>当直升机在含有过冷水滴的云中飞行时，如机体表面温度低于 0°C，过冷水滴就会在机体表而某些部位冻结并积聚成冰层，形成飞机积冰。冻结的过程快慢，与过冷水滴的含量和机体表面的温度有关，温度愈低，冻结愈快；过冷水滴愈多，冰层愈厚。</p> <p>二、积冰的种类</p> <p>根据积冰的结构、形状和对飞行的影响程度，大致可分为明冰、雾凇、毛冰和霜四种。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 明冰 明冰是光滑透明、结构坚实的积冰。明冰通常在冻雨中或由过冷大水滴组成的、温度在 0~-10°C 的云中飞行时形成。 2. 雾凇 雾凇是由许多粒状冰晶组成的表面粗糙不透明的积冰。它是飞机在温度为 -20 °C 左右的混合云中飞行时形成。 3. 毛冰 毛冰是明冰和雾凇的混合体，表面粗糙不平，比较牢固，不透明，呈白瓷色。毛冰多形成在温度为 -5~-15 °C 的过冷云或混合云中。 4. 霜 霜是在晴空中飞行时出现的一种积冰。它是由水汽在寒冷的机体表面直接凝华而成。其形状与地面物体上形成的霜近似。霜的维持时间不长，机体增温后可消失，除在风档上出现会短时影响目视外，对飞行几乎没有影响。 	

样题：哪几类积冰对飞行的影响较大？

5.10.2 产生飞机积冰的气象条件	备注:
<p>一、飞机积冰与云中温度和湿度的关系 飞机积冰形成于低于 0°C 的云中。但云中温度越低，过冷水滴越少，故在温度低于 -20°C 的云中，飞机积冰的次数很少。强积冰多发生在 -2~ -10°C 的范围内。</p> <p>二、飞机积冰与云状的关系</p> <ol style="list-style-type: none">1. 积云和积雨云 最强的积冰多见于将要发展成积雨云的高大浓积云的上半部和积雨云成熟阶段的上升气流区。2. 层云和层积云（或高积云）中的积冰 云中多为弱积冰或中度积冰，且云的上部比下部要强一些，这种云层出现的范围很大时，若在云中长时间飞行，也会形成很厚的积冰。3. 雨层云和高层云中的积冰 积冰强度一般较弱，雨层云和高层云由系统性的上升运动生成，垂直速度小，含水量和水滴大小随高度减小，所以积冰强度随高度而减弱。 <p>三、飞机积冰与降水的关系 冻雨、冻毛毛雨和雨夹雪中都含有过冷却水，这些降水区会形成强烈积冰。</p>	

样题：积冰是否只能形成于 0°C 以下的环境中？为什么？

5.10.3 影响飞机积冰的因素

备注:

一、积冰强度

飞机积冰强度等级

积冰等级	弱积冰 	中积冰 	强积冰 	极强 
单位时间积冰厚度 (mm/min)	< 0.6	0.6~1.0	1.1~2.0	> 2.0
飞行过程所积冰层厚度 (cm)	≤5.0	5.1~15.0	15.1~30.0	> 30.0

二、影响积冰强度的因素

1. 云中过冷水含量和水滴的大小

云中过冷水含量越大，积冰强度也越大。

2. 飞行速度

其它条件相同的情况下，速度越大，单位时间内碰到机体上的过冷水滴越多，积冰强度就越大。

3. 机体积冰部位的曲率半径

曲率半径越小的部位越容易产生积冰。例如，空速管、天线等部位出现积冰最快，翼尖积冰较快，翼根部积冰较慢。此外，积冰强度还与直升机表面情况有关。粗糙的表面比光滑的表面积冰快。

样题：分析直升机哪些部位更容易产生积冰？

5.11.1 天气图

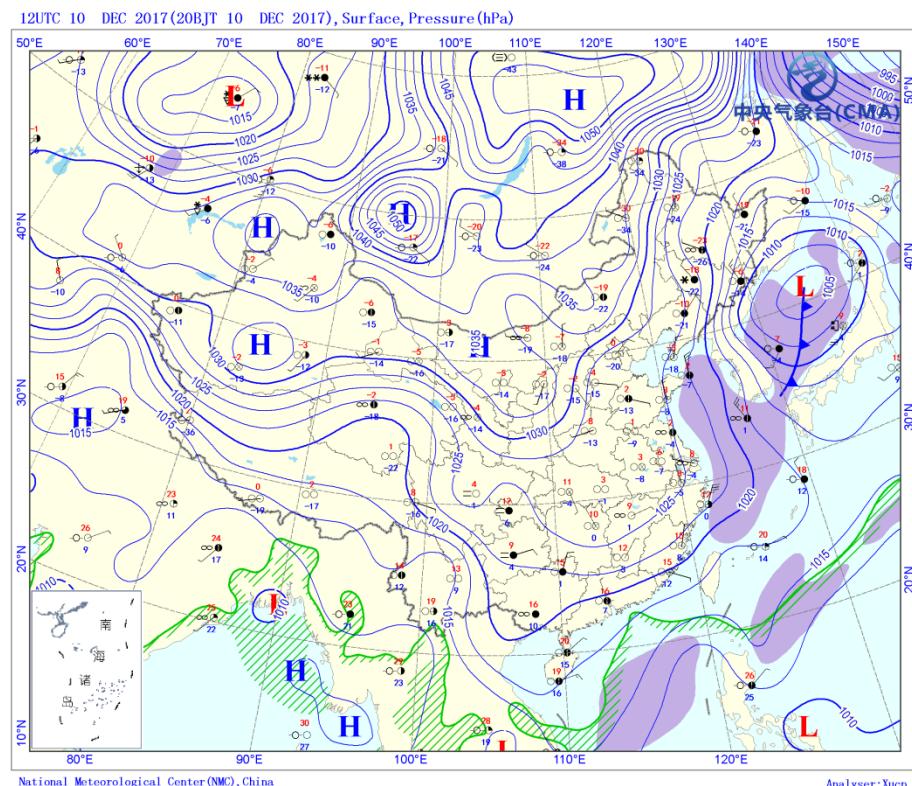
备注：

5.11.1.1 地面天气图

地面天气图是用于分析大范围地区一定时刻的地面天气系统和天气状况的图。它既能反映各地天气情况，又能反映地面天气系统和天气现象的分布。

地面天气图的分析内容包括：

1. 等压线和气压系统
2. 天气区
3. 锋线



样题：指出上图中的高低压中心及锋面系统？

5.11.1 天气图

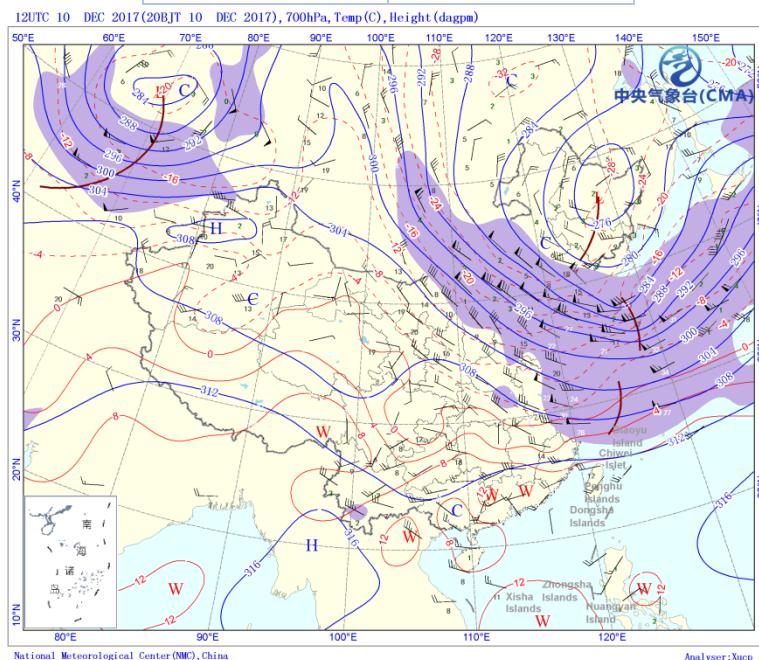
备注：

5.11.1.2 高空天气图

空间气压相等的点组成的面称为等压面。高度值高的地方气压高，高度值低的地方气压低，等高线密集的地方表示水平气压梯度大，风速也大。

高空天气图主要用于分析高空天气系统和大气状况。利用这种图可以看出飞行高度上气压系统的分布、温度的分布以及高空风的分布情况，确定槽脊和高空急流的位置，进而了解天气发展和天气演变情况以及他们对飞行可能产生的影响。下表为日常分析的等压面图及其对应的海拔高度：

等压面	海拔高度
850 hPa	约为 1500 m
700 hPa	约为 3000 m
500 hPa	约为 5500 m
300 hPa	约为 9000 m
200 hPa	约为 12000 m



样题：上图所显示的是大约多少高度上的天气形势？

<h3>5.11.1 天气图</h3> <h4>5.11.1.3 气旋</h4> <p>气旋是指北（南）半球，大气中水平气流呈逆（顺）时针旋转的大型涡旋。在同高度上，气旋中心的气压比四周低，又称低压。根据气旋形成和活动的主要地理区域，可将其分为温带气旋和热带气旋两大类；按其形成原因及热力结构，则可分为冷性气旋和热低压两大类。影响我国的气旋有：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 锋面气旋。亦称极锋气旋、波动气旋、斜压气旋。我国有由锋面进入低压槽、浅低压或台风后发展而成的锋面气旋。 2. 冷涡。冷性低涡的简称。中心冷于四周的涡，其强度随高度的增加而增强。 <p>东北冷涡：活动于我国东北地区或其附近的高空大型冷涡。它是能够维持 3-4 天或更长时间的深厚系统。</p> <p>西南低涡：亦简称西南涡。在西藏高原及西南地区特殊地形和一定环流共同作用下形成。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 热低压。热低压是出现在近地层的暖性气旋，它是浅薄的不大移动的气压系统，一般到三、四千米高度上就不明显了。 	备注：
样题：我国哪些地区容易形成热低压？热低压会对低空飞行造成哪些影响？	

5.11.1 天气图 5.11.1.4 反气旋	备注：
<p>反气旋是指中心气压比四周气压高的水平空气涡旋，也是气压系统中的高压。北半球反气旋中，低层的水平气流呈顺时针方向向外辐散。按反气旋的结构分为冷性反气旋（冷高压）和暖性反气旋（暖高压）。影响我国的反气旋有：</p> <ol style="list-style-type: none">蒙古冷高压属于半永久性高压，1月份前后达到最强，势力强盛可影响整个欧亚大陆，成为北半球覆盖面积最广的高压，春季东移，盛夏时消失。蒙古高压控制下的气团属于极地大陆气团，冷而干燥，层结稳定，天气晴好为主。太平洋副热带高压是一个在太平洋上空的半永久性高压环流系统。西太平洋副热带高压对我国天气、气候有重要影响，特别是它西部的高压脊。 <p>样题：西太平洋副热带高压对我国天气气候有哪些影响？</p>	

5.11.1 天气图

备注:

5.11.1.5 槽线和切变线

等高线弯曲最大点的连线就是槽线。具有气旋式切变的风场不连续线称为切变线，其两侧风向和风速有明显差别，但温度没有多大差异。

切变线反映的是水平流场的特征，槽线则反映的是水平气压场的特征。横穿切变线飞行遇到的天气与槽线相似，除阴雨天气外，也会遇到风向风速的变化和直升机颠簸。

样题：槽线和切变线的异同点有哪些？

5.11.1 天气图

备注:

5.11.1.6 温度平流

由于冷暖空气的水平运动而引起的某些地区增暖或变冷的现象称为温度平流。气流由冷区流向暖区，使暖区温度降低，叫冷平流；气流由暖区流向冷区，使冷区温度升高，叫暖平流。

样题：如何分析温度平流，暖锋附近为哪种温度平流？

5.11.2 气象雷达

备注:

一、气象雷达的工作原理

雷达是以向空间发射电磁波，并检测来自目标回波的方式来判断目标是否存在以及目标的空间方位。

一般的云、雾中虽含有大量的微细水珠，但因其直径过于微小，也不能在气象雷达上产生回波，因而不能被有效检测。

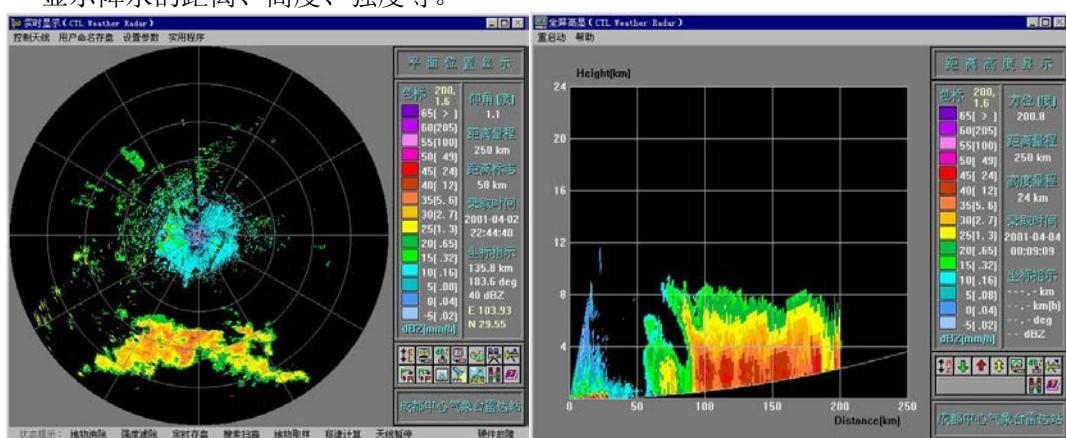
二、地面气象雷达的两种显示方式

1. 平面位置显示 (PPI)

显示降水的水平方位和距离、范围、强度的分布等。

2. 距离高度显示 (RHI)

显示降水的距离、高度、强度等。



三、层(波)状云的降水回波特征

平显上，层(波)状云降水回波范围较大，显绿色，呈比较均匀的片状，边缘发毛，破碎模糊。高显上，层状云降水回波高度不高，顶部平坦，有零度等温层亮带。

四、对流云降水回波特征

雷暴降水回波呈块状回波，尺度小，边界轮廓清晰，回波强度大，中心区域为红色、品红色或紫色。在高显上，对流云降水回波呈柱状。发展强烈的单体回波顶常呈砧状或花菜状，高度较高。

样题：雹云回波与一般对流云回波特征有何区别？

5.11.3 气象卫星 5.11.3.1 静止气象卫星概述	备注:
<p>气象卫星按绕地球运行轨道可分为极轨气象卫星和静止轨道气象卫星两类。静止轨道卫星能够对中低纬广大地区的、一些常规天气图上分析不出来的、生消较快的中、小尺度天气系统进行连续监测，因此，其在民航中有着广泛应用。</p> <p>常用的卫星云图有可见光云图和红外云图。</p> <p>1、可见光云图</p> <p>气象卫星在可见光谱段感应地面和云对太阳光的反射，并把所得到的信号表示为一张平面图像，积雨云、多层云、大块厚云在云图中为白色。</p> <p>2、红外云图</p> <p>红外遥感的主要应用是测量地面和云面发射的红外辐射，转换成红外云图。云图上的色调反映了物体辐射的温度高低。最白的部分表示最冷的表面，最黑的部分表示最热的表面，其中高云、积雨云、极地积雪和冰区在云图中为白色。</p> <p>样题：随纬度的变化，红外云图上的色调有何变化？</p>	

5.11.3 气象卫星 5.11.3.2 卫星云图上云的识别	备注:
<ol style="list-style-type: none">1. 积雨云 积雨云在两种云图中都为浓白色，云顶比较光滑，范围较小，边界清晰，有时带有纤维状纹理结构。2. 积云和浓积云 云区边界清楚，但形状不整齐。纹理表现为多皱纹、多起伏和不均匀。3. 层云和雾 表现为光滑的云图，边界很清楚，常和地形走向一致。	样题：为何积雨云在两种云图上都表现为浓白色？

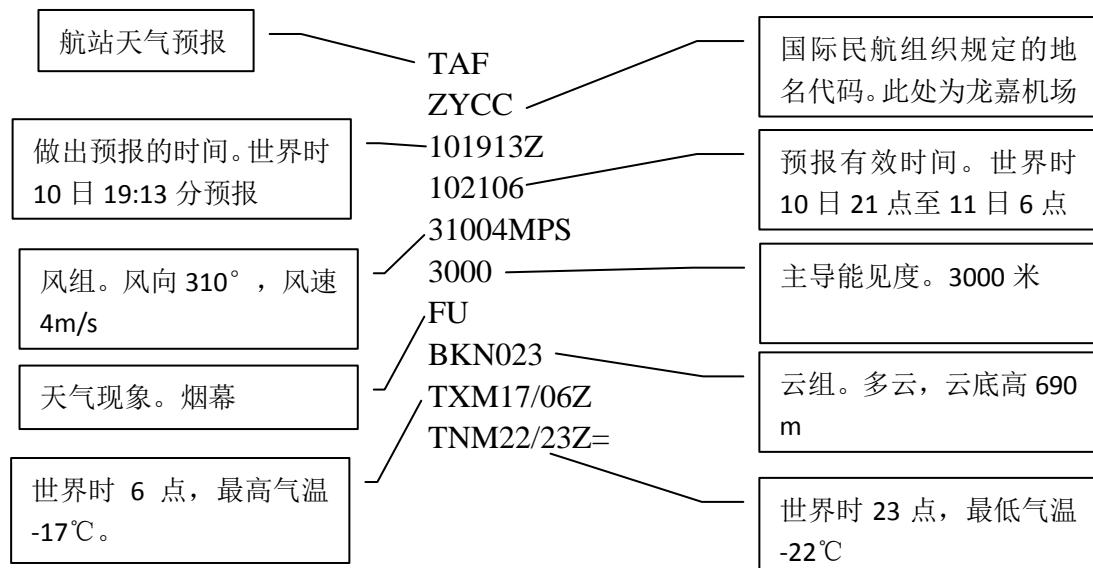
5.11.3 气象卫星	备注:
5.11.3.3 卫星云图上天气系统的识别	
<p>1. 锋面的云图特征 锋面在云图中表现为带状云系，由多层云组成，有时在锋面云系中隐藏着浓白色的积雨云。</p> <p>2. 高空急流云系 急流卷云向极地一侧清楚且与急流轴平行，反气旋式弯曲处云系稠密，气旋式弯曲处云系稀薄或消失。</p> <p>3. 台风云系 台风云系在卫星云图上表现为有组织的涡旋状云型，有明显的眼区，围绕眼区是连续密蔽的云区，在密蔽云区的外面是台风螺旋云带。</p>	
样题：卫星云图上的冷锋云系有哪些特征？	

5.11.4 飞行气象文件

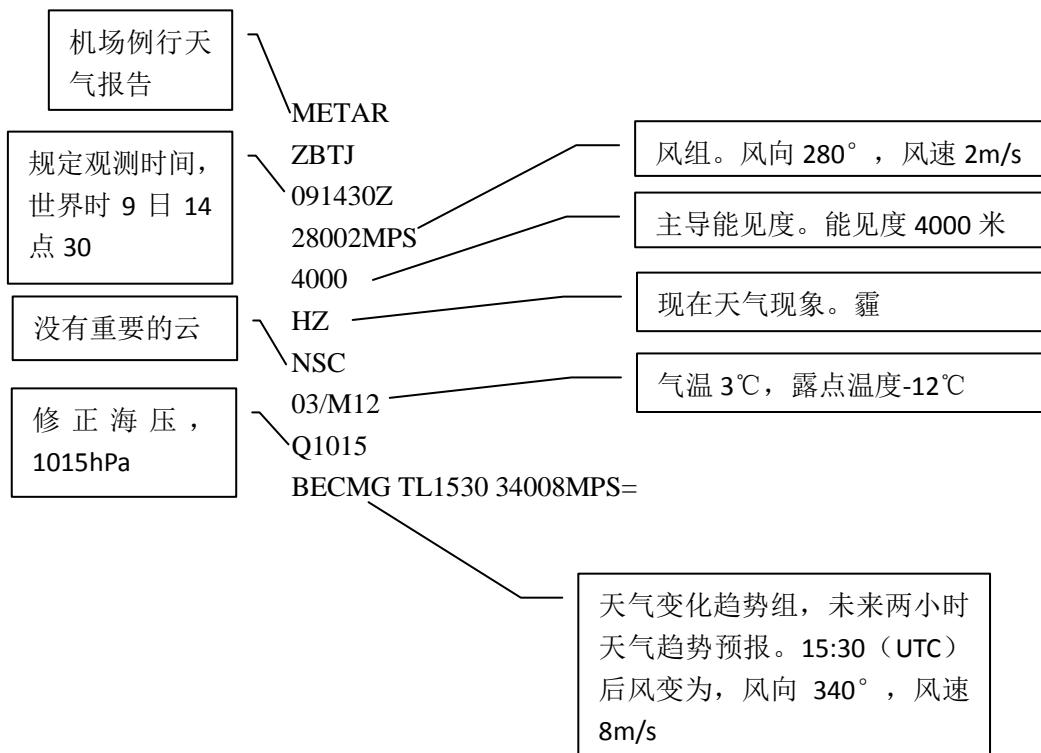
5.11.4.1 航空天气预报和报告（TAF和METAR）

备注：ICAO 附件 3 附录 4、5

航站天气预报是以机场跑道为中心的视区范围内的航空天气预报。内容包括提供直升机起飞、着陆所需的气象要素和天气现象的预计情况，如地面气温、风向、风速、云量、云高等。以下是航站天气预报的示例：



日常航空天气报告是指机场气象台对天气进行定时观测的报告和发布。一般每小时进行一次。内容包括：站名、时间（世界时）、风向、风速、能见度/RVR（跑道视程）、天气现象、云、温度/露点、气压值及补充说明等。 METAR 形式的日常天气报示例：



样题：请翻译下列 METAR 和 TAF 报。

METAR ZSJN 091500Z 26001MPS 6000 NSC M00/M07 Q1016 NOSIG=

TAF ZSSS 101913Z 102106 32004MPS 5000 BR SCT030 TX10/06Z TN01/21Z=

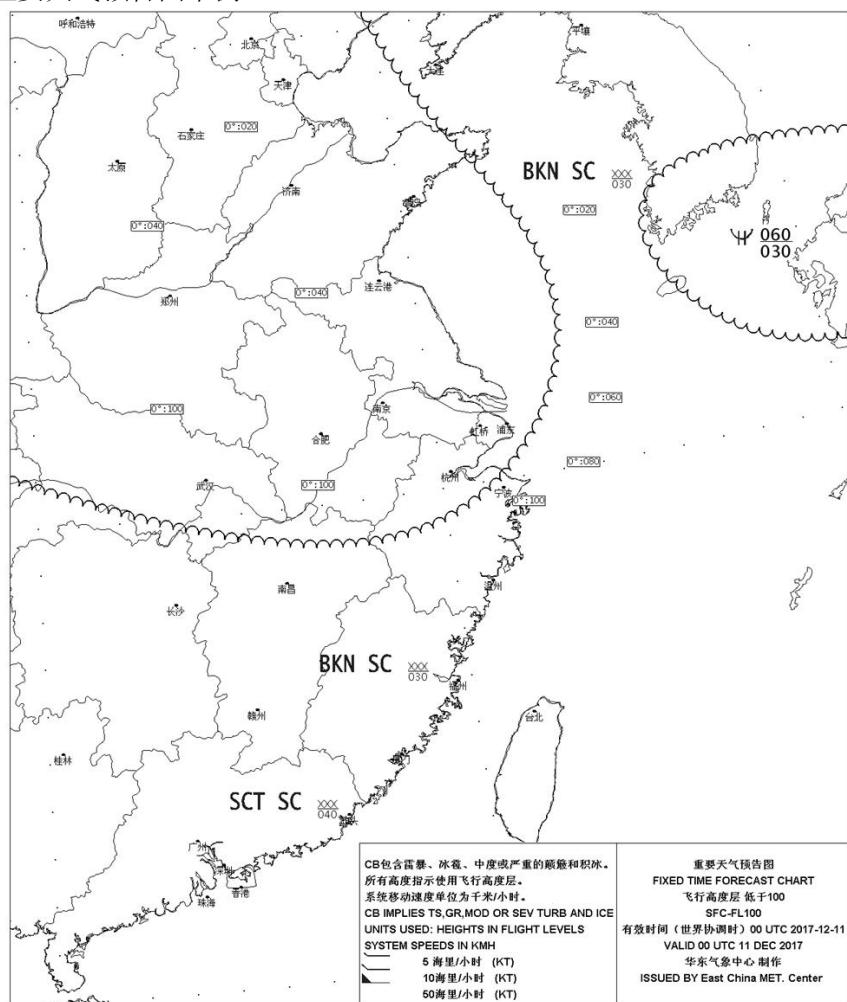
5.11.4 飞行气象文件

备注：ICAO 附件 3 附录 1

5.11.4.2 低空重要天气预告图

重要航空天气预报（Significant Weather Forecasts）是对航路（区域）有重大影响的天气预报。通常以预报图和缩写明语形式的电码提供给机组，它是提供给国内和国际航线飞行机组的一种航路（区域）天气预报。低层重要天气预告图为 FL100（10000 英尺）以下高度的飞行提供的预报信息，图中表明锋面及其预期的移动（用箭头表示方向，用数值表示移速，单位 km/h 或 KT）。各种重要天气、降水和其他引起大范围能见度低于 5000 m 的天气现象（能见度用数值单位为 m）及其所影响的区域和高度。

低层重要天气预告图举例：



样题：低空重要天气预告图覆盖的高度范围是多少？

5.11.4 飞行气象文件

备注：ICAO 附件 3 附录 5

5.11.4.3 低空重要气象情报**一、重要气象情报功能和作用**

重要气象情报发布的是除对流之外还能给飞行造成危害的天气，它适合于各个飞行高度层上的飞机，常用缩写明语作出其发生和（或）预期发生的简要说明。SIGMET 是通知飞行过程中的飞行员有可能遇到危害飞行的天气，这些天气也许在你起飞前未进行预报。

二、SIGMET 电报的内容

重要气象情报报告内容

在亚音速巡航高度上	OBSC TS	模糊不清的雷暴
	EMBD TS	隐嵌（在……里）里的雷暴
	FRQ TS	成片无隙的雷暴
	LSQ TS	飑线
	OBSC TS HVYGR	模糊并带有强冰雹的雷暴
	EMBD TS HVYGR	隐嵌并带有强冰雹的雷暴
	FRQ TS HVYGR	成片无隙并带有强冰雹的雷暴
	LSQ TS HVYGR	带有强雹的飑线
	TC (+名称)	热带气旋(10 min 内平均地面风速达到或超过 63 km/h (34 KT))
	SEV TURB	严重颠簸
	SEV ICE	严重积冰
	FZRA (SEV ICE)	冻雨引起的严重积冰
	SEV MTW	严重的山地波
	HVY DS	强尘暴
	HVY SS	强沙暴
	VA (+火山名称)	火山灰
	SEV TURB	严重颠簸
	ISOL CB	孤立的积雨云
	OCNL CB	偶尔（个别）的积雨云
	FRQ CB	成片无隙的积雨云
	GR	雹
	VA (+火山名称)	火山灰

三、低空重要气象情报的功能和作用

低空重要气象情报（AIRMET）是以简写明语的形式提供的有关对地面上的航空器和起降阶段的航空器有严重影响的气象情况的简要情报，它扼要地描述有关的发生和预期发生的特殊天气现象。这些天气现象在 SIGMET 中发布的低空飞行区域中不被包括，但会影响低空飞行的安全，并在时间尺度上发展。

四、低空重要气象电报预报的内容

低空重要气象情报报告内容：

要素含义	简写明语
大范围地面风速大于 60km/h (30KT)	SFC WSPD (加风速和单位)
大范围的、下降小于 5000m 的地面能见度	SFC VIS (加能见度和单位)
不带冰雹的孤立的雷暴	ISOL TS
不带冰雹的成片的雷暴	OCNL TS
带冰雹的孤立的雷暴	ISOL TSGR
带冰雹的偶尔的雷暴	OCNL TSGR
山地状况不明	MT OBSC
距地面小于 300m (1000 英尺)的多云	BKN CLD (加云底高度和单位)
距地面小于 300m (1000 英尺)的阴天	OVC CLD (加云底高度和单位)
不带雷暴的孤立积雨云	ISOL CB
不带雷暴的有间隙的积雨云	OCNL CB
不带雷暴的成片无间隙的积雨云	FRQ CB
中度积冰 (对流性云中的积冰除外)	MOD ICE
中度颠簸 (对流性云中的颠簸除外)	MOD TURB
中度的山地波	MOD MTW

样题：请翻译下列 AIRMET 报。

YUCC AIRMET4 VALID 181015/181600 YUDO AMSWELL FIR MOD MTW OBS AT 1005
24 DEG N 110 DEG E AT FL080 STNR NC=

6.1.1 地球知识

备注:

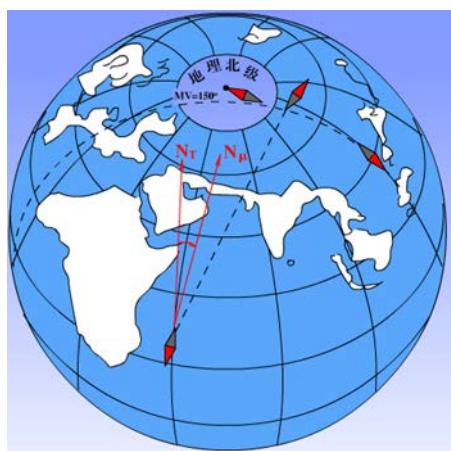
6.1.1.1 地球磁场三要素

磁差、磁倾和地磁力称为地球磁场三要素。

真经线：指向地理南北的方向线

磁经线：稳定的自由磁针所指示的南北方向线

磁差：地磁南北极与地理南北极不重合，磁经线北端偏离真经线北端的角度，叫磁差或磁偏角。以真经线作为基准，磁经线北端偏在真经线以东为正磁差，以西为负磁差。



某一地点的磁差，可以从航空地图或磁差图上查出。在航空地图或磁差图上，通常把磁差相等的各点，用紫色的等磁差曲线连接起来，并标出磁差的数值，可供飞行时查取磁差之用。

磁针的轴线(磁力线的切线方向)同水平面的夹角叫磁倾角，简称磁倾。

地球磁场对磁体(如磁针)的作用力叫地磁力。

样题：地球磁场的三要素是什么？

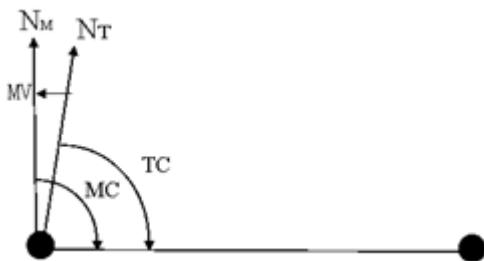
6.1.2 航线

备注：

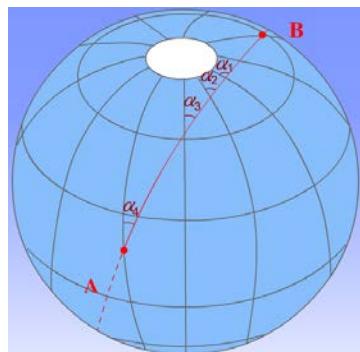
6.1.2.1 大圆航线

直升机从地球表面一点(起点)到另一点(终点)的预定的航行路线叫航线，也称为预计航迹。

航线(航段)的方向，用航线角(Course)表示，即从航线起点的经线北端顺时针量到航线(航段)去向的角度，如图 A 所示。航线角范围 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。航线角用真航线角(TC)和磁航线角(MC)两种来表示：



以通过两航路点间的大圆圈线作为航线的叫大圆航线。大圆航线上各点的真航线角不相等，但航线距离最短。



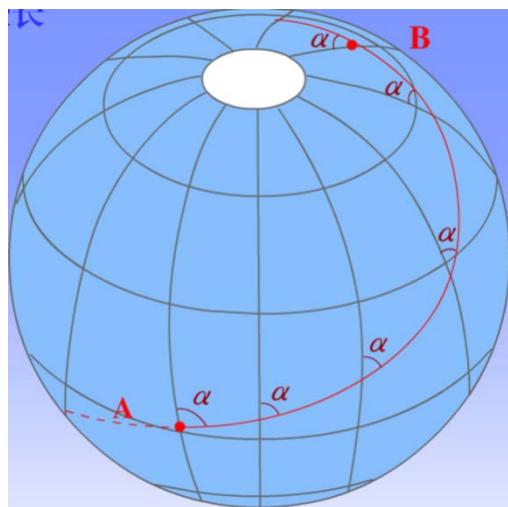
样题：大圆航线的特点是什么？

6.1.2 航线

备注:

6.1.2.2 等角航线

以通过两航路点间的等角线作为航线的就叫等角航线，等角航线是一条盘向两极的螺旋形曲线，等角航线上各点的航线角相等，但它的距离一般都比大圆航线长。



样题：等角航线的特点是什么？

6.1.3 航空地图

6.1.3.1 地图三要素

备注：

航空地图是指专为满足航空空中航行需要而绘制的地球的一部分以及自然、人工地物和地形的图形。地图比例尺、地图符号和地图投影方法，称为地图三要素。

地图比例尺就是地图上线段的长度 ($D_{图}$) 与地面上相对应的实际长度 ($D_{地}$) 之比，即

$$\text{地图比例尺} = \text{图上长度} (D_{图}) / \text{实地长度} (D_{地})$$

比例尺通常有三种表示方法。

(1) 数字比例尺，用分式或比例式表示。如 1: 1000 000 或 1/1000 000。

(2) 文字说明比例尺，用文字在地图上注明图上长度同地面实际长度的关系。如一厘米相当于十公里。

(3) 图解比例尺，用线段图形标明图上长度与实地长度的关系，也称为线段比例尺。

图幅同样大小的地图，比例尺大的所表现的地面范围要小些，但比较详细；比例尺小的地图所表现的地面范围要大些，但比较简略。飞行人员应根据飞行任务的需要，选择适当比例尺的航图。

绘制地图时，需将地面上的各种景物、高低起伏的形态表示出来，因而必需采用不同的表示符号，这些符号就称为地图符号。地物在地图上采用真形、半真形和代表符号表示；地形在地图上采用标高点、等高线和分层着色表示。通常情况下，每种航图都有专用的图例，说明各种符号的含义。

将球上的经、纬线描绘到平面上的方法叫做地图投影。

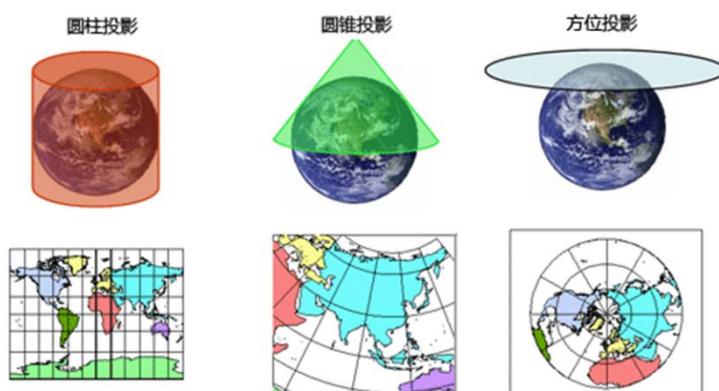
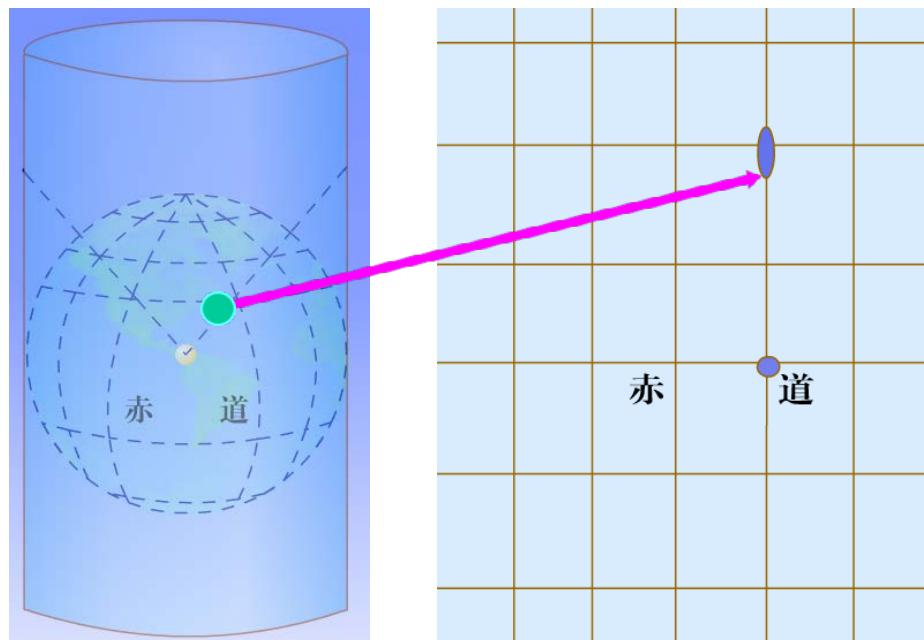
样题：在 1: 1 000 000 航图上量出点间距离为 20 厘米，实际距离是多少千米？

6.1.3 航空地图

备注：

6.1.3.2 地图投影原理

将球上的经、纬线描绘到平面上的方法，就叫做地图投影。地图投影必须采用透视投影方法，即将地球缩小成一个透明的地球仪，然后从地球仪的中心将经、纬线投影到投影面上(平面或可展开的圆柱面、圆锥面)，最后展开成平面。



地球表面的一些地方，投影到各种投影面上时，必然要产生变形，这种变形，就叫地图失真。地图失真表现在长度、角度和面积三个方面。

样题：地图失真主要表现为？

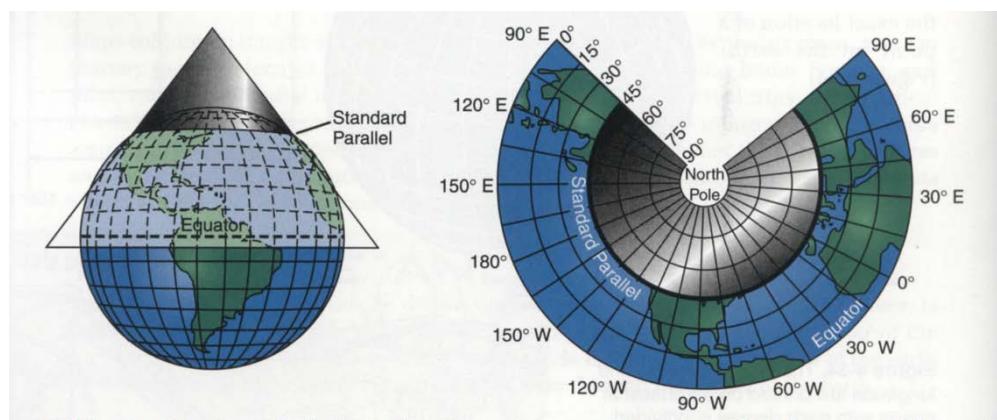
6.1.3 航空地图

备注：

6.1.3.3 兰伯特投影图

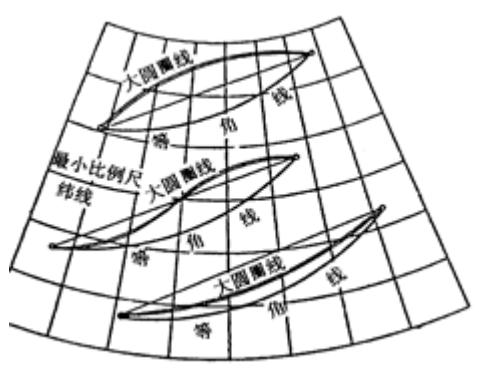
等角正割圆锥投影图又称为兰伯特投影图，是德国人兰伯特（Lambert）创制的。

兰伯特投影图的主要特征是：经纬都是互不平行的直线，收敛于图外的一点(投影圆锥的顶点)；纬线都是以圆锥顶点为圆心的同心圆弧；纬度差相等的各纬线间的距离基本相等。



兰伯特投影图没有角度失真，存在长度失真和面积失真。

等角航线是凸向赤道的曲线，大圆航线则是凸向比例尺大的一方的曲线，在一幅地图上，大圆航线极近似于直线。



样题：兰伯特投影图的特征是什么？

6.1.4 航空地图的使用

备注：

6.1.4.1 基本地图作业步骤

一、标基本位置点

基本位置点包括起点（起飞机场或机场导航点）、转弯点（显著地标或航路导航点）、终点（着陆机场或机场导航点）、检查点（显著地标或航路导航点）以及其他规定的位置点，必须准确地标出这些位置点。

二、连航线

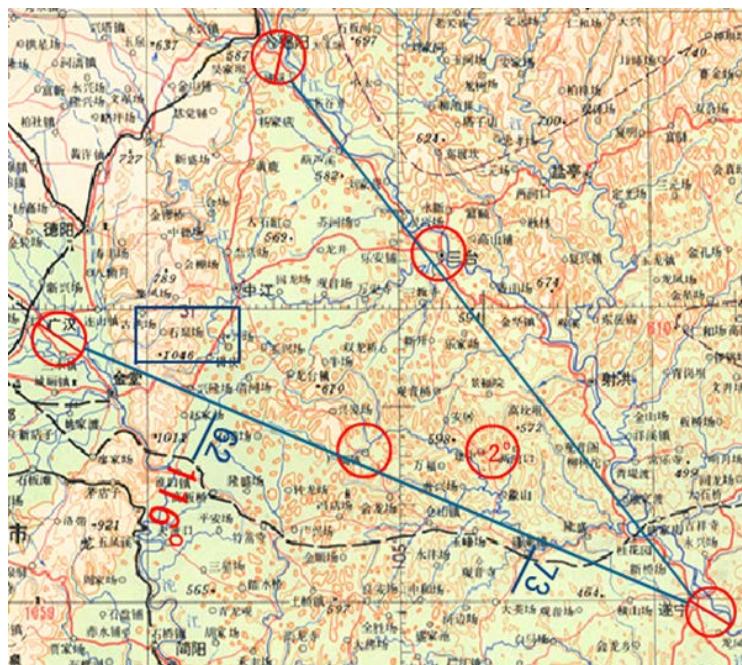
连接航线时，使用兰（黑）色笔将起点、各转弯点、终点的中心用直线连接起来，连接时注意不要将直线画进起点、终点的标志符里面，只画到与标志符相连，画出的航线粗细要均匀、清晰，但画出的航线可以通过检查点。

三、量数据

量数据主要指的是用领航向量尺量取航线角和航段距离。

四、注记数据

注记数据的内容有，磁航线角、航段距离、最大标高、磁差和无线电方位。



样题：航空地图上量出来的航线角是真航线角还是磁航线角？

6.1.5 时间

备注：

6.1.5.1 时刻、时间、北京时

时刻是指某一瞬间的早晚，时间是指两时刻间所间隔的长短。

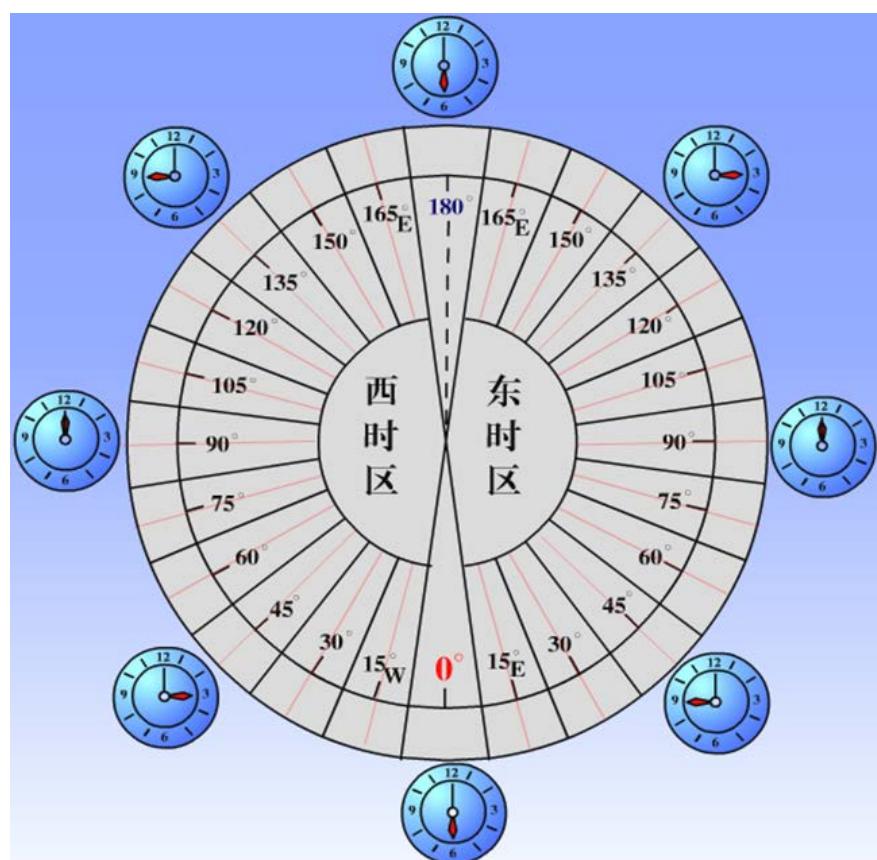
时刻是时间轴上的一点。地球上不同经度的地方，时刻各不相同，即时差。

地方时是按本地经线与太阳的关系所测定的时刻。两地之间地方时之差，就是它们的经度差。

理论时区是以经线为界，将地球表面划分成24个时区，每个时区的范围是经度 15° 。在同时区里的各地方都统一使用这一时区中央经线的地方时，叫该时区的区时。任何两时区的时间差，就等于其时区号码的差数。

国际上规定以零时区的区时作为全世界统一时刻，叫世界时(UT)，也称为格林威治时(GMT)。由于原子时与世界时的不同，国际天文学会和国际无线电咨询委员会于1971年决定采用一种称为“协调世界时”(UTC)的时间标准，用“Z”或者“UTC”来表示。

我国统一使用北京所在的东八区的区时作为标准时间，即北京时，北京时=UTC+8。



样题：北京时间2017年12月1日6点，协调世界时是多少？

6.1.5 时间

备注:

6.1.5.2 日出与日没

早晨，当太阳上边缘升到地平线时叫日出(Sunrise)；傍晚，太阳上边缘沉没于地平线时叫日没(Sunset)。领航学里将太阳中心升到地平线下 7° 时叫天亮；太阳中心沉没于地平线下 7° 时叫天黑。

昼间飞行是指从日出到日没之间的飞行；夜间飞行是指从日没到日出之间的飞行。飞行员可以通过查阅国内的航行汇编资料（NAIP）获取各地的日出、日没时刻。



样题：日出的定义是什么？

6.2.1 高度的换算

备注:

直升机到某一基准面的垂直距离叫飞行高度，常用米(m)或英尺(ft)为单位。

飞行高度根据不同基准面常分为几何高度和气压高度。

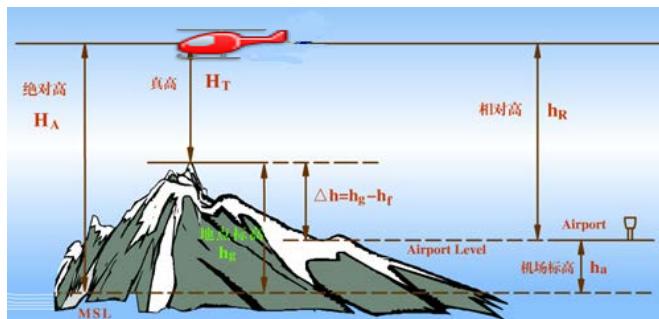
一、几何高度

几何高度是以地表面上某一水平面作为基准面的高度，它实际上就是直升机相对于地球表面的真实高度。

- 真高(True Height)是指以直升机正下方的地点平面为基准面的高度，即直升机到其正下方的垂直距离。当直升机水平飞行时，真高随直升机飞越地形的高低变化而改变。

- 相对高(Relative Height)是指以起飞或降落机场的跑道平面作为基准面的高度，即直升机到某机场跑道平面的垂直距离。

- 绝对高度(Positive Altitude)是指以平均海平面为基准面的高度，即直升机到平均海平面的垂直距离。



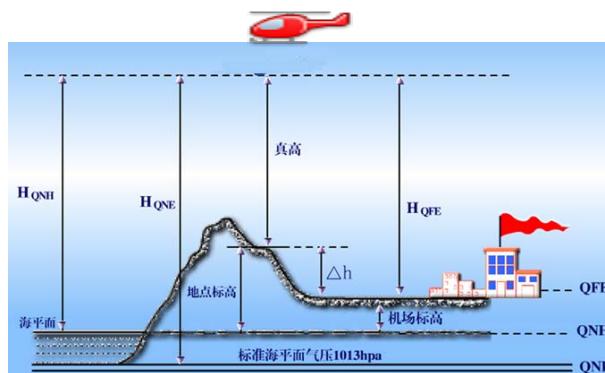
二、气压高度

气压高度是利用仪表测量出大气压力来间接测量飞行高度的。

- 场面气压高(H_{QFE})是以起飞机场或着陆机场的场面气压(QFE)为基准面时所测出的气压高度，简称场压高(H_{QFE})。

- 修正海平面气压高度(H_{QNH})是以修正海平面气压(QNH)为基准面时所测出的气压高度，简称修正海压高(H_{QNH})。

- 标准气压高(H_{QNE})是以标准海平面气压(为一个大气压力，即 1 013hpa, 760mmHg 或 29.92inHg)为基准面时所测出的气压高度，叫做标准气压高(H_{QNE})。



样题：修正海压高度与场面气压高的关系是什么？

6.2.2 航向的换算

备注:

直升机纵轴前方的延长线叫航向线。航向线的方向，即直升机纵轴前方的指向，叫做航向(HDG)，它是从经线北端顺时量到航向线的角度，范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

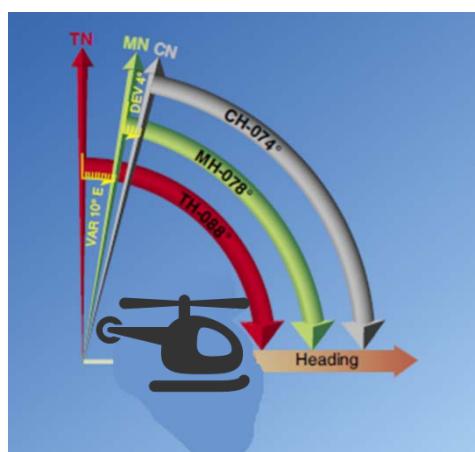
一、航向的种类

1. 以真经线北端为基准顺时针量到航向线的角度，叫真航向(TH)。
2. 以磁经线北端为基准顺时针量到航向线的角度，叫磁航向(MH)。
3. 直升机上磁罗盘的磁条所指的南北方向线就叫罗经线。罗经线偏离磁经线的角度，叫罗差(DEV)。以磁经线北端为准，罗经线北端偏东为正罗差，罗经线北端偏西为负罗差。以罗经线北端为基准顺时针量到航向线的角度，叫罗航向(CH)。

二、航向的换算

$$MH = TH - MV$$

$$CH = MH - DEV$$

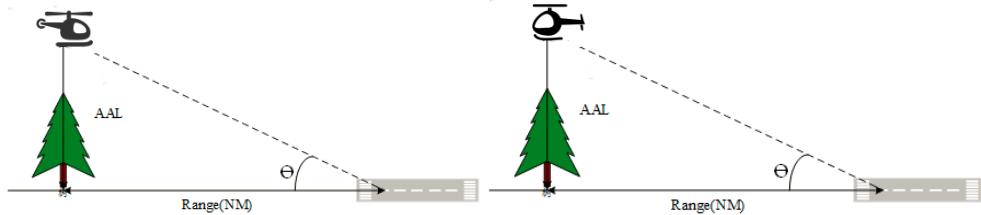


样题：若直升机的MH为 120° ，已知罗差为 -5° ，用直读磁罗盘保持罗航向应为多少？

6.2.3 梯度与升降率的换算

备注:

直升机在爬升和下降时，爬升角或下滑角、梯度和升降率之间的关系如下：



梯度 $Gr = \tan\theta = \text{高度}/\text{距离}$ (θ 为爬升角或者下滑角)

升降率 $ROC (\text{ROD}) = GS \times Gr$

以上公式中，GS 为地速，Gr 为爬升梯度，ROC 为爬升率，ROD 为下降率。

样题：直升机从 800 米下降至 200 米，下降率 500ft/min，GS 为 80kt，需要多少下降时间？
下降梯度是多少？

6.2.4 燃油相关的计算	备注:
----------------------	-----

在飞行中，有的情况要求在现有油量的前提下计算最大飞行距离和飞行时间，如在进行备降场的选择，改航飞到新的航路点及迷航等。有的情况又要根据飞行距离和飞行时间来计算燃油需要量，确定所载油量是否能够完成这一次飞行任务。

航线飞行中，可飞时间是在现有油量条件下，直升机可以飞行的最大时间，这一时间对飞行员来说是相当重要的。进行计算时，根据油量和燃油消耗率计算出可以飞行的时间（即最大飞行时间），然后用该时间与地速可以计算出最大飞行距离；

$$\text{最大飞行时间} = \text{可用燃油量} \div \text{空中耗油率}$$

$$\text{最大飞行距离} = \text{最大飞行时间} \times \text{地速}$$

飞行员需要注意整个飞行进程中油量的使用情况。所需油量的计算则是先根据飞行距离和地速计算出该段的飞行时间，再乘以燃油消耗率就可以计算出该航段的燃油需要量，并与油量表指示比较，来判断剩余燃油是否够用。

$$\text{飞行时间} = \text{飞行距离} \div \text{地速}$$

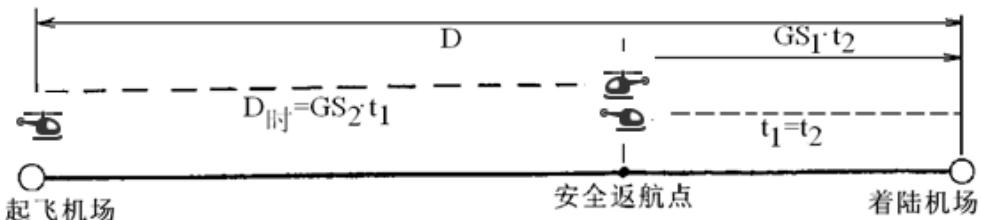
$$\text{所需燃油量} = \text{飞行时间} \times \text{耗油率}$$

样题：若耗油率为20加仑/小时，地速为70节，飞行100公里所需油量为多少？

6.2.5 等时点

备注:

等时点是航线上一点，在该点直升机飞往着陆机场的时间与返回起飞机场的时间相等。在长距离飞行或航线中途没有备降场而又需要尽快着陆时，应计算等时点的位置。如果直升机还未到等时点需尽快着陆，应返回起飞机场着陆；如果直升机已飞过等时点，则应继续飞向着陆机场着陆，这样可以在最短的时间里着陆，如图所示。



图中， GS_1 、 t_1 为由等时点飞往着陆机场的地速和时间， GS_2 、 t_2 为由等时点返回起飞机场的地速和时间， D 为起飞机场到等时点的距离， D 为起飞至着陆机场的总距离；

GS_1 、 GS_2 可通过地面准备时求出。从图中看出

$$D = t_1 \times GS_1 + t_2 \times GS_2$$

因为 $t_1 = t_2$ ，因此

$$t_1 (t_2) = D / (GS_1 + GS_2) = D / 2TAS$$

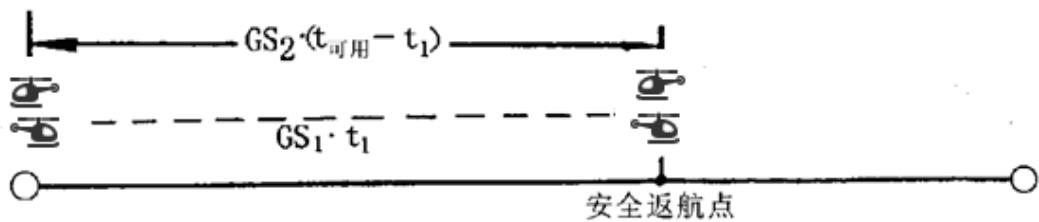
$$D_{\text{isochrone}} = GS_2 \times t_1$$

样题：航线距离 100nm，真空速 50kt，航线上顺风 20kt，求等时点？

6.2.6 安全返航点及活动半径

备注：

当航线中途没有备降场时，选择起飞机场作为备降场，为了保证飞行安全，在起飞前应当准确计算安全返航点。安全返航点就是根据直升机携带的燃油量，在直升机遇到特殊情况时能安全返航的一点，从这一点返航至起飞机场上空目视飞行还有不少于 30 分钟（昼间）或 45 分钟（夜间）的燃油量，仪表飞行为 45 分钟的燃油量。如图所示。从起飞机场到安全返航点的距离就是直升机能安全返回起飞机场的最大许可距离，叫做活动半径。



从图中可知安全返航点的计算步骤是
计算可飞的航线总时间。计算的公式为：

$$t_{\text{可用}} = (\text{携带燃油} - \text{地面耗油量} - \text{空中耗油率} \times 30'(45')) / \text{空中耗油率}$$

根据安全返航点的定义：

$$GS_1 \cdot t_1 = GS_2 \cdot (t_{\text{可用}} - t_1)$$

根据以上可以计算出安全返航点或活动半径的距离。

样题：真空速 80kt，航线上顺风分量 10kt，可飞的航线总时间为 3 小时，求安全返航点？

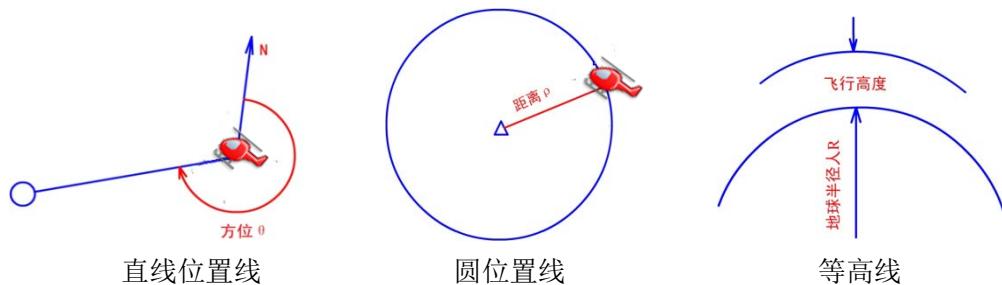
6.3.1 无线电基础理论	备注: 中华人民共和国无线电频率划分规定																																																												
6.3.1.1 无线电波的传播及频段的划分																																																													
<p>无线电波通常指频率定在 3000GHz 以下，不用人造波导而在空间传播的电磁波，简称电波。</p> <p>一、电波的传播方式</p> <p>电波在大气层中传播，由于本身的频率不同以及不同媒质它的不同影响，形成了不同的传播方式。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 天波：电离层的反射传播的电波称为天波。 2. 地波：沿地球表面传播的电波称为地波或表面波 3. 空间波：空间波也叫视距传播，它包括直达波和地面反射波。电波沿视线直接传播至接收点，称为直达波；经地面反射后到达接收点的电波，称为地面反射波。 <p>二、无线电波频段的划分</p> <p>频谱是无线通信能够使用的唯一资源，这种资源的统筹是通过无线电管理机构来确定的。目前采用基于固定频带的分配原则和方案，一般通过政府授权使用，即由专门的频谱管理机构分配特定的授权频段供特定的通信业务使用。</p>																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>频带名称</th> <th>频率范围</th> <th>波段名称</th> <th>波长范围</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>至低频 (TLF)</td> <td>0.03~0.3Hz</td> <td>至长波或千兆米波</td> <td>10000~1000 兆米 (Mm)</td> </tr> <tr> <td>至低频 (TLF)</td> <td>0.3~3Hz</td> <td>至长波或百兆米波</td> <td>1000~100 兆米 (Mm)</td> </tr> <tr> <td>极低频 (ELF)</td> <td>3~30Hz</td> <td>极长波</td> <td>100~10 兆米 (Mm)</td> </tr> <tr> <td>超低频 (SLF)</td> <td>30~300Hz</td> <td>超长波</td> <td>10~1 兆米 (Mm)</td> </tr> <tr> <td>特低频 (ULF)</td> <td>300~3000Hz</td> <td>特长波</td> <td>1000~100 千米 (km)</td> </tr> <tr> <td>甚低频 (VLF)</td> <td>3~30kHz</td> <td>甚长波</td> <td>100~10 千米 (km)</td> </tr> <tr> <td>低频 (LF)</td> <td>30~300kHz</td> <td>长波</td> <td>10~1 千米 (km)</td> </tr> <tr> <td>中频 (MF)</td> <td>300~3000kHz</td> <td>中波</td> <td>1000~100 米 (m)</td> </tr> <tr> <td>高频 (HF)</td> <td>3~30MHz</td> <td>短波</td> <td>100~10 米 (m)</td> </tr> <tr> <td>甚高频 (VHF)</td> <td>30~300MHz</td> <td>米波</td> <td>10~1 米 (m)</td> </tr> <tr> <td>特高频 (UHF)</td> <td>300~3000MHz</td> <td>分米波</td> <td>10~1 分米 (dm)</td> </tr> <tr> <td>超高频 (SHF)</td> <td>3~30GHz</td> <td>厘米波</td> <td>10~1 厘米 (cm)</td> </tr> <tr> <td>极高频 (EHF)</td> <td>30~300GHz</td> <td>毫米波</td> <td>10~1 毫米 (mm)</td> </tr> <tr> <td>至高频 (THF)</td> <td>300~3000GHz</td> <td>丝米波或亚毫米波</td> <td>10~1 丝米 (dmm)</td> </tr> </tbody> </table>		频带名称	频率范围	波段名称	波长范围	至低频 (TLF)	0.03~0.3Hz	至长波或千兆米波	10000~1000 兆米 (Mm)	至低频 (TLF)	0.3~3Hz	至长波或百兆米波	1000~100 兆米 (Mm)	极低频 (ELF)	3~30Hz	极长波	100~10 兆米 (Mm)	超低频 (SLF)	30~300Hz	超长波	10~1 兆米 (Mm)	特低频 (ULF)	300~3000Hz	特长波	1000~100 千米 (km)	甚低频 (VLF)	3~30kHz	甚长波	100~10 千米 (km)	低频 (LF)	30~300kHz	长波	10~1 千米 (km)	中频 (MF)	300~3000kHz	中波	1000~100 米 (m)	高频 (HF)	3~30MHz	短波	100~10 米 (m)	甚高频 (VHF)	30~300MHz	米波	10~1 米 (m)	特高频 (UHF)	300~3000MHz	分米波	10~1 分米 (dm)	超高频 (SHF)	3~30GHz	厘米波	10~1 厘米 (cm)	极高频 (EHF)	30~300GHz	毫米波	10~1 毫米 (mm)	至高频 (THF)	300~3000GHz	丝米波或亚毫米波	10~1 丝米 (dmm)
频带名称	频率范围	波段名称	波长范围																																																										
至低频 (TLF)	0.03~0.3Hz	至长波或千兆米波	10000~1000 兆米 (Mm)																																																										
至低频 (TLF)	0.3~3Hz	至长波或百兆米波	1000~100 兆米 (Mm)																																																										
极低频 (ELF)	3~30Hz	极长波	100~10 兆米 (Mm)																																																										
超低频 (SLF)	30~300Hz	超长波	10~1 兆米 (Mm)																																																										
特低频 (ULF)	300~3000Hz	特长波	1000~100 千米 (km)																																																										
甚低频 (VLF)	3~30kHz	甚长波	100~10 千米 (km)																																																										
低频 (LF)	30~300kHz	长波	10~1 千米 (km)																																																										
中频 (MF)	300~3000kHz	中波	1000~100 米 (m)																																																										
高频 (HF)	3~30MHz	短波	100~10 米 (m)																																																										
甚高频 (VHF)	30~300MHz	米波	10~1 米 (m)																																																										
特高频 (UHF)	300~3000MHz	分米波	10~1 分米 (dm)																																																										
超高频 (SHF)	3~30GHz	厘米波	10~1 厘米 (cm)																																																										
极高频 (EHF)	30~300GHz	毫米波	10~1 毫米 (mm)																																																										
至高频 (THF)	300~3000GHz	丝米波或亚毫米波	10~1 丝米 (dmm)																																																										
样题：无线电波的传播方式主要有哪些？																																																													

6.3.1 无线电基础理论

备注:

6.3.1.2 位置线与导航系统

所谓位置线，就是一个导航系统所测量的电信号的某一参量为定值时，该参量值所对应的接收点位置的轨迹。目前的位置线有直线、圆、等高线，如图所示。



按其测定的位置线不同，无线电导航系统可分为：

1. 测向(或测角)系统。位置线为直线，该系统通过无线电波测量直升机和地面导航台之间的方位角，如目前使用的自动定向系统、全向信标系统和仪表着陆系统。
2. 测距系统。位置线为平面上的圆，该系统通过无线电波测量直升机和地面导航台之间的斜距，如测距仪。
3. 测高系统。位置线是等高线，该系统通过无线电波测量直升机和地面的垂直距离，如无线电高度表。

样题：测角系统的位置线的形状是什么？

6.3.1 无线电基础理论

备注:

6.3.1.3 莫尔斯电码

莫尔斯电码 (Morse code) 是美国人莫尔斯于 1844 年发明的，由点 (·) 和划 (—) 两种符号组成。

1. 一点为一基本信号单位，一划的长度等于 3 点的长度；
2. 在一个字母各点、划之间的间隔为 2 点的长度；
3. 字母 (数字) 与字母 (数字) 之间的间隔为 7 点的长度。

下表是 26 个英文字母对应的莫尔斯电码组合。

字符	电码符号	字符	电码符号
A	● —	N	— ●
B	— ● ● ●	O	— — —
C	— ● — ●	P	● — — ●
D	— ● ●	Q	— — ● —
E	●	R	● — ●
F	● ● — ●	S	● ● ●
G	— — ●	T	—
H	● ● ● ●	U	● ● —
I	● ●	V	● ● ● —
J	● — — —	W	● — —
K	— ● —	X	— ● ● —
L	● — ● ●	Y	— — ● —
M	— —	Z	— — ● ●

在民用航空中利用莫尔斯电码可以进行通信、信息传递，在导航中利用莫尔斯电码完成电台的识别及判断信号质量。

样题：使用莫尔斯电码的目的是什么？

6.3.1 无线电基础理论

备注:

6.3.1.4 无线电方位

地面导航台和机载设备之间的连线，叫做无线电方位线，简称方位线。如果地面是 VOR 台，又叫径向线。直升机与电台的位置关系可以用以下三种方位角来表示：电台相对方位角 (RB)、电台磁方位角 (QDM) 和直升机磁方位角 (QDR)。

一、电台与直升机的位置关系

1. 电台相对方位角 (RB)

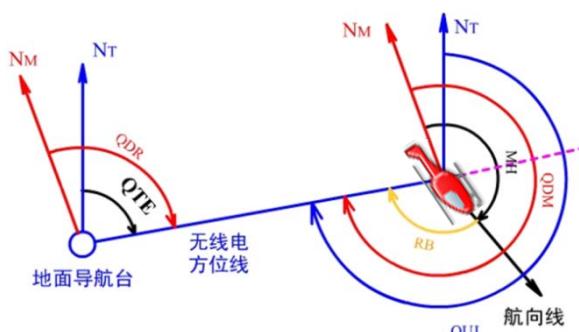
从航向线顺时针方向量到无线电方位线的角度，叫电台相对方位角，范围 0° – 360° ，它表示电台相对于直升机纵轴的位置。

2. 电台方位角

从直升机所在位置的经线北端顺时针量到无线电方位线的角度，叫电台方位角，范围 0° – 360° ，它表示电台在直升机位置的那个方位上。以真经线北端为基准的电台方位角叫电台真方位(QUJ)；以磁经线北端为基准的电台方位角叫电台磁方位角(QDM)，该角度也是直升机从当时位置飞往电台的磁方位，即预计磁航迹，所以可称为向台磁方位。

3. 直升机方位角

从电台所在位置的经线北端顺时针量到无线电方位线的角度，叫直升机方位角，范围 0° – 360° ，如果地面是 VOR 台，又叫径向方位，如 R090°，它表示直升机在电台位置的那个方位上。以真经线北端为基准的直升机方位角叫直升机真方位(QTE)；以磁经线北端为基准的直升机方位角叫直升机磁方位角(QDR)，该角度也是直升机背离电台飞行的磁方位，所以可称为背台磁方位。



图中可以看出直升机保持磁航向 MH 时所测出的电台相对方位角 RB、电台磁方位角 QDM、直升机磁方位角 QDR 之间的关系是：

$$QDM = MH + RB$$

$$QDR = QDM \pm 180^\circ$$

二、无线电方位的变化规律

在同一条方位线上，电台磁方位角和直升机磁方位角都是一定的，航向增大，相对方位减小；航向减小，相对方位增大。

保持航向飞行时，电台在右侧，随着直升机的向前飞行，无线电三个方位都将逐渐增大；电台在左侧，随着直升机的向前飞行，无线电三个方位都将逐渐减小。

样题：已知 MH 为 50° ，RB 为 70° ，QDR 的值为？

6.3.2 ADF 6.3.2.1 NDB导航频率划分及覆盖范围	备注:
<p>无方向性信标台 NDB 与自动定向仪 ADF 配合组成近程无线电测角系统。</p> <p>典型的 NDB 工作在 LF/MF 频段，其工作频率为 190~1750kHz，我国实际使用频率为 200~500kHz，欧洲通常的使用范围在 225kHz 到 455kHz。</p> <p>根据不同的用途，地面 NDB 导航台又分为两种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 是供直升机在航线上定向和定位使用的 NDB 台，发射功率一般为 500W，有效作用距离不少于 150km；不同的航线 NDB 导航台使用不同的识别码，识别码为两个英文字母的莫尔斯电码。 2. 是用于直升机进近着陆的 NDB 台——远、近台；我国很多机场都在主降方向的跑道中心延长线上安装有远、近台，而现在新建机场则一般只安装近台；在大型机场，跑道着陆方向的两端均安装有 NDB 导航台，远台一般都兼作航线导航台使用，故发射功率与航线导航台相同，有效作用距离不少于 150km，近台发射功率为 100W 左右，有效作用距离 50km；在我国远台发射的识别码是两个英文字母的国际莫尔斯电码，近台识别用远台识别码的第一个字母。 	

样题：航路 NDB 的作用距离是多少？

6.3.2 ADF

备注:

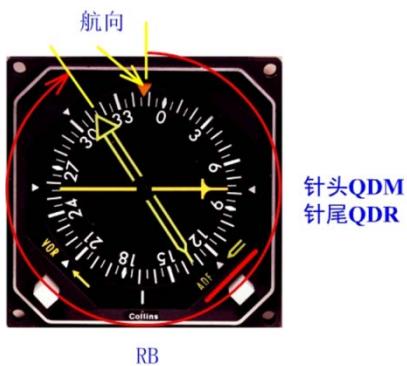
6.3.2.2 ADF指示器识读

自动定向机的指示器有多种型式：

- 是以直升机纵轴为基准从指示器顶部标线为0°开始，顺时针转动的角度即是直升机到地面NDB台的相对方位，现在一般都称为ADF指示器。



- 是现在普遍使用的无线电罗盘 RMI，这种指示器的刻度盘是活动的，它由航向系统或惯性基准组件驱动，这时自动定向机指针相对于刻度盘上的读数就是电台磁方位。



- 是将方位信息送至电子飞行仪表系统，并在电子水平状态指示器上显示出来。



样题：ADF指示器仪表顶部标线指示0或者N，这时ADF的指针的读数代表什么？

6.3.2 ADF 6.3.2.3 ADF组成与工作原理	备注:
<p>一、ADF 组成</p> <p>ADF 包括自动定向接收机、控制盒、方位指示器、环形天线/垂直天线。</p> 	
样题：ADF 由几部分组成？	

6.3.2 ADF 6.3.2.4 ADF仪表导航误差	备注:
<p>ADF 仪表的导航误差包括:</p> <p>一、干扰误差 干扰误差主要包括大气静电放电产生的静电干扰和环形天线附近金属导体干扰引起的象限误差。</p> <p>二、电波传播误差 电波传播误差主要有极化误差(也叫夜间效应)、山地效应误差和海岸效应误差等，电波传播误差的大小一般随接收的地点、时间和季节等有所不同。</p> <p>三、设备误差 设备误差是自动定向机系统本身的结构引起的定向误差，包括机械误差和电气误差。</p>	

样题：ADF 仪表误差的种类是什么？

<h3>6.3.3 VOR</h3> <h4>6.3.3.1 VOR导航频率划分及覆盖范围</h4>	备注：
<p>甚高频全向信标 VOR 是一种近程无线电测角系统，工作在 VHF 频段，其频率范围为 108—118MHz。</p>	
<p>根据不同的用途，VOR 台又分为两种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 是用于引导直升机进场及进近着陆的终端 VOR 台(TVOR)，也称为 B 类 VOR 台，使用 108.00—112.00MHz 之间十分位为偶数的频率，共计 40 个波道，发射功率为 50W，工作距离为 25NM，TVOR 台采用低功率发射的原因是低功率发射信号不干扰在相同频段上工作的其他 VOR 台，低功率发射信号导航距离短，可以减小多路径干扰。 2. 是用于航路导航的航路 VOR 台，也称为 A 类 VOR 台，使用 112.00—118.00MHz 之间每隔 50kHz 的共计 120 波道，发射功率为 200W，工作距离为 200NM，航路 VOR 台台址通常选在无障碍物的地点，如山顶。 <p>在我国地面的 VOR 台使用的识别码为三个英文字母的国际莫尔斯电码。</p>	
样题：VOR 台频率的范围是多少？	

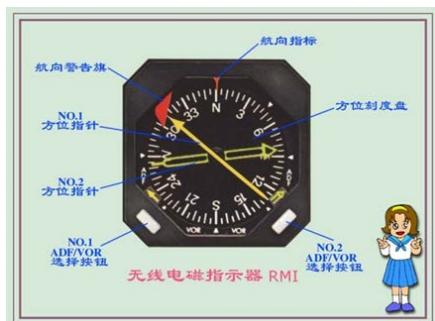
6.3.3 VOR

备注:

6.3.3.2 VOR仪表指示器识读

VOR 的指示器有多种形式:

1. 无线电磁指示器 RMI:



2. 航道偏离指示器 CDI:



3. 水平状态指示器 HSI:



样题: HSI 仪表中 TO/FR 的含义是什么?

6.3.3 VOR 6.3.3.3 VOR领航仪表检查	备注:
<p>一、VOT 检查</p> <p>VOR 检测设备 (VOT)，是能够发射出测试信号的地面站台。一些装配有 VOTs 的机场会公布 VOTs 的测试地点，直升机滑行到机场公布的一个测试地点，并给出了该位置相对于台的方位，使 CDI 居中后对比误差，测量误差在$\pm 4^\circ$之内 VOR 精度可以正常导航。</p> <p>二、空中检查</p> <p>与地面检查类似，直升机在空中时，飞行到机场公布的一个高度和位置调谐 VOR 台，并和公布的相对位置进行误差对比，测量误差在$\pm 6^\circ$之内 VOR 精度可以正常导航。</p> <p>三、对比检查</p> <p>如果一台直升机上装配有两台 VOR 接收装置，可以将两台 VOR 控制盒调谐到同一 VOR 台的同一条径向线上，对比两者之间的误差，测量误差在$\pm 4^\circ$之内 VOR 精度可以正常导航。</p>	

样题：在地面检查校验时，测量误差的在什么范围的精度可以正常导航？

6.3.4 DME

备注:

6.3.4.1 DME的组成及工作原理

测距机(DME)系统是一种能够测量由询问器到某个固定应答器(地面台)距离的二次雷达系统，测量直升机到台的斜距。

一、DME系统的组成

DME系统是询问——回答式脉冲测距系统，由机载设备和地面信标设备组成。

(1) 地面信标设备

地面信标设备由应答器、监视器、控制单元、机内测试设备、天线和电键器组成。

(2) 机载DME设备

机载DME设备主要由询问器、控制盒、距离指示器和天线部分组成。

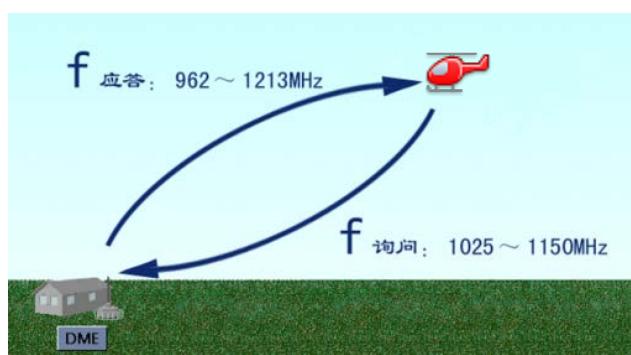
控制盒对询问器收发信机提供需要的控制和转换电路；控制盒还提供频率选择。

距离指示器指示直升机到地面信标台的斜距，以NM为单位。距离指示器可以是单独的显示器，也可以与其他电子设备的显示器共用。

二、DME的工作原理

机载询问器向地面DME台发射询问脉冲对开始，地面信标台收到询问脉冲对，延迟50μs，然后给询问器发射应答脉冲对；机载询问按照发射询问脉冲对和收到应答脉冲对之间经过的时间计算直升机到地面台之间的斜距。

$$D = C \times (\Delta t - 50) / 2$$



样题： DME系统测距的工作原理是什么？

6.3.4 DME	备注:
6.3.4.2 DME的工作范围及误差	
<p>一、DME 的工作范围</p> <ol style="list-style-type: none">1. 工作频率 962~1213MHz, 频率间隔 1MHz; 分为 X 波道/Y 波道。询问频率和应答频率相差 63MHz。2. 工作容量 DME 系统的地面台能同时为大约 100 架直升机或者飞机服务；如果询问的直升机或者飞机超过 100 架，地面 DME 台通过降低灵敏度来限制回答。3. 测距范围 DME 正常的测距范围为 0~200NM，最大 390NM。DME 系统地面信标的识别信号是三个国际莫尔斯电码。 <p>二、误差</p> <p>测距精度一般为 0.3NM。测距误差包括时间间隔测量本身的误差、地面 DME 台延迟的不稳定和不精确引起的误差、电波传播速度误差。</p>	

样题：DME 台的工作容量为？

6.3.5 无线电仪表领航

备注:

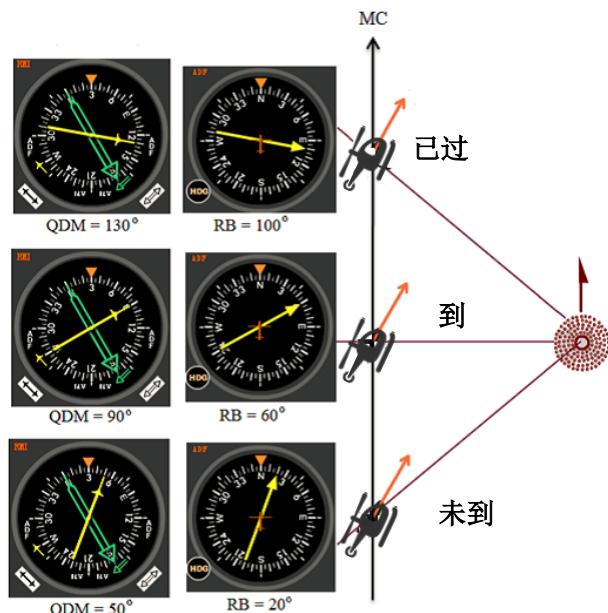
6.3.5.1 进入预定方位线

从选定的NDB（VOR）电台到预定位置的连线，叫做预定无线电方位线，简称预定方位线。引导直升机飞到预定方位线的瞬间，称为进入预定方位线。

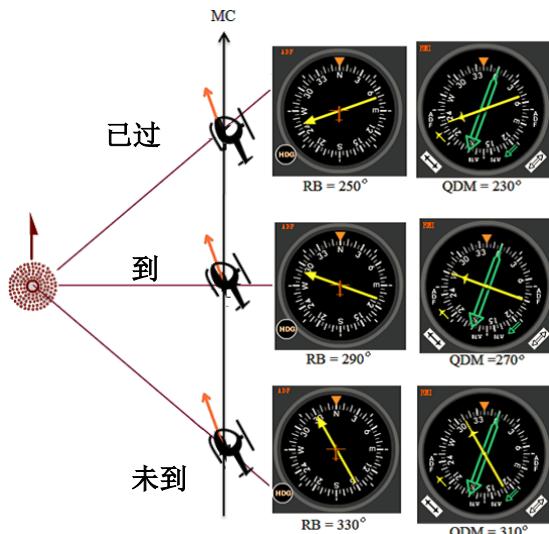
进入预定方位线的判断方法有按电台相对方位判断和按电台磁方位判断两种。

进入预定方位线的判断原理如下：

1. 电台在右侧，直升机向前飞行无线电方位逐渐增大。



2. 电台在左侧，直升机向前飞行无线电方位逐渐减小。



样题：直升机在电台左侧，预定方位线为 270° ，QDM 指示 235° ，现在直升机是否进入预定方位线？

6.3.5 无线电仪表领航

备注:

6.3.5.2 向电台飞行

利用无线电领航设备引领直升机沿预定航线或指定方位线飞向预定电台的过程，叫向电台飞行。

一、向台飞行方法

1. 不修正偏流向台飞行

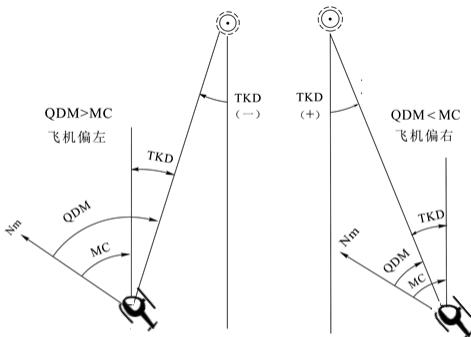
不修正偏流向台飞行，就是飞行中始终保持直升机机头对正电台，即始终保持相对方位角为 0° 或使每一瞬间的航向等于电台方位角飞行，最后直升机将飞到电台上空，这种方法也称为被动向台飞行（Homing）。飞行的航迹是折线或曲线。

2. 修正偏流向台飞行

主动向台飞行（Tracking）就是修正偏流向台飞行。飞行的航迹是直线。

二、向电台检查航迹

向电台飞行中，直升机当时测出的电台磁方位就是直升机飞向电台的新航线角，因此利用测出的电台磁方位角与航线角比较，即可判断直升机的偏航情况。如果没有偏航，直升机所在方位线将与航线重合，电台磁方位 QDM 将等于磁航线角 MC；如果偏航，直升机所在方位线与航线就不在重合，电台磁方位 QDM 将不等于磁航线角 MC，即直升机偏左，电台磁方位将大于磁航线角，反之直升机偏右，电台磁方位将小于磁航线角。



基本原理：

$QDM > MC$ 直升机偏左

$QDM = MC$ 直升机不偏

$QDM < MC$ 直升机偏右

$$TKD = MC - QDM$$

三、修正航迹

向台修正航迹的方法有两种：

1. 按新航线角 $MC_{\text{新}}$ 修正航迹

(1) 根据判断偏航的方法求出新航线角(即当时的电台磁方位角)和偏离角；

(2) 计算偏航角 TKE。计算可用尺算或心算进行。心算公式是

$$TKE = D_{\text{未}}(t_{\text{未}})/D_{\text{已}}(t_{\text{已}}) \cdot TKD$$

(3) 计算航迹角 MTK

$$MTK = MC + TKE$$

(4) 计算偏流 DA

$$DA = MTK - MH_{\text{平}}$$

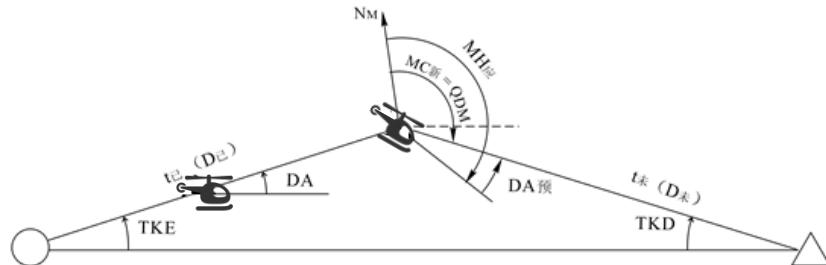
(5) 计算应飞磁航向 $MH_{\text{应}}$

$$MH_{\text{应}} = QDM - DA$$

(6) 计算应该指示的无线电方位

$$RB_{\text{应}} = 360^\circ + DA$$

$$QDM_{\text{应}} = QDM(\text{或 } MC_{\text{新}})$$



航迹修正角修正航迹

2. 按航迹修正角修正航迹的方法和步骤:

(1) 根据判断偏航的方法求出偏离角;

(2) 计算航迹修正角 ΔTK 。可用尺算和心算进行。心算的公式是

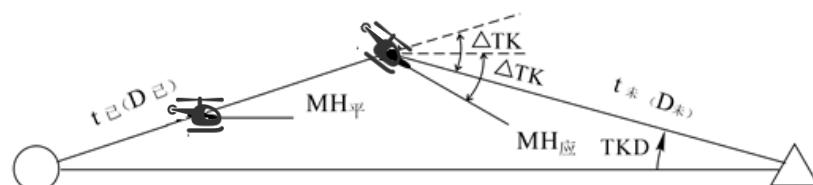
$$\Delta TK = t_{\text{总}}(D_{\text{总}})/t_{\text{已}}(D_{\text{已}}) \cdot TKD$$

其中 $t_{\text{总}} = t_{\text{已}} + t_{\text{未}}$ 或 $D_{\text{总}} = D_{\text{已}} + D_{\text{未}}$

(3) 计算应飞航向 $MH_{\text{应}}$

$$MH_{\text{应}} = MH_{\text{平}} - \Delta TK$$

(4) 计算应该指示的无线电方位。 $RB_{\text{应}}$ 可以根据改航前后的航向变化量和判断直升机偏航时的电台相对方位计算出; $QDM_{\text{应}}$ 则是判断直升机偏航时的 QDM。



四、向台切入航线

向台切入航线的方法和步骤为:

1. 判断直升机偏离预定航线情况

$$TKD = MC - QDM$$

2. 确定切入航向 $MH_{\text{切}}$

$$MH_{\text{切}} = MC \pm \alpha \quad (\text{右切} “+”, \text{左切} “-”)$$

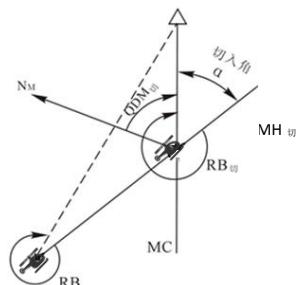
3. 判断切回预定航线的瞬间

$$RB_{\text{切}} = 360^\circ \pm \alpha \quad (\text{右切} “-”, \text{左切} “+”)$$

$$QDM_{\text{切}} = MC$$

4. 修正偏流沿航线向台飞行

$$MH_{\text{应}} = MC - DA$$



样题: 向电台飞行时, 如何利用 ADF 指示器判断偏航并修正航迹?

6.3.5 无线电仪表领航

备注:

6.3.5.3 背电台飞行

背电台飞行就是直升机飞越电台(NDB 或 VOR)后,利用后方 NDB/VOR 台测定的航行元素来保持直升机沿预定航线飞行或切入航线的飞行方法。

一、背台检查航迹

其判断原理为:

$QDR < MC$ 直升机偏左

$QDR = MC$ 直升机不偏

$QDR > MC$ 直升机偏右

$TKE = QDR - MC$

$DA = QDR - MH_{\text{平}}$



二、背台修正航迹

1. 按新航线角修正航迹

背台按新航线角正航迹的方法和步骤是:

(1) 根据背台检查航迹的方法,求出直升机磁方位和偏航角、偏流。

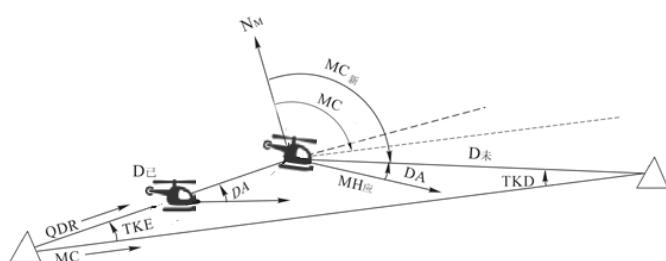
(2) 计算偏离角 TKD。用尺算和心算进行,心算的公式是:

$$TKD = (D_{\text{已}}/D_{\text{未}}) \cdot TKE = (t_{\text{已}}/t_{\text{未}}) \cdot TKE$$

(3) 计算新航线角 $MC_{\text{新}}$ 。

(4) 计算应飞磁航向 $MH_{\text{应}}$ 。

(5) 确定沿新航线飞行应该指示的无线电方位。当直升机保持应飞航向背台修正航迹时,如果电台在直升机纵轴左侧,则修正过程中,无线电方位越来越小;如果电台在直升机纵轴右侧,则修正过程中,无线电方位越来越大。



2. 按航迹修正角修正航迹

背台按航迹修正角修正航迹的方法和步骤是:

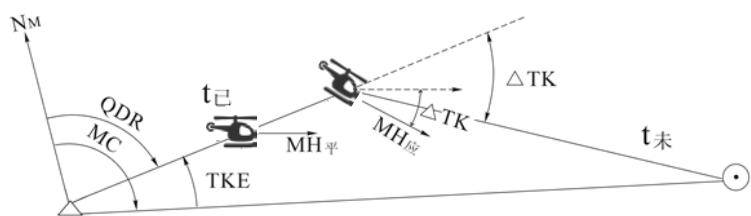
(1) 根据背台检查航迹的方法,求出直升机磁方位和偏航角;

(2) 计算航迹修正 ΔTK 。可用尺算和心算进行。心算的公式是:

$$\Delta TK = t_{\text{总}}(D_{\text{总}})/t_{\text{未}}(D_{\text{未}}) \cdot TKE$$

(3) 计算应飞航向 $MH_{\text{应}}$ 。

(4) 确定应该指示的无线电方位。确定方法与背台按新航线角修正航迹的方法相同。



三、背台切入航线

背电台切入预定航线的实施步骤与向电台切入预定航线相同。

1. 判断直升机偏离预定航线情况

背台飞行利用 ADF 指示器、RMI、CDI、HSI 进行偏航的判断，准确地判定直升机偏离预定航线的左右及大小

2. 确定切入航向 $MH_{切}$

$$MH_{切} = MC \pm \alpha \quad (\text{右切} “+”, \text{左切} “-”)$$

3. 判断切回预定航线的瞬间

$$RB_{切} = 180^\circ \pm \alpha \quad (\text{右切} “-”, \text{左切} “+”)$$

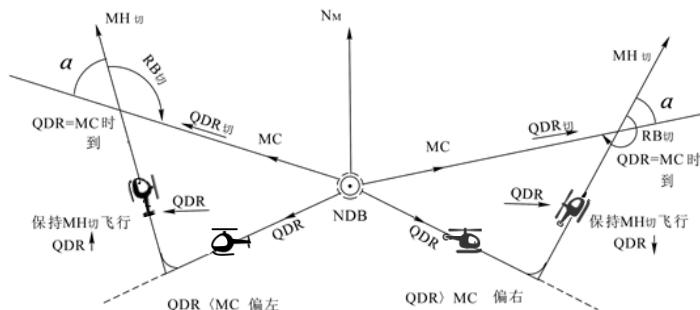
$$QDR_{切} = MC$$

4. 修正偏流沿航线背台飞行

$$MH_{应} = MC - DA$$

$$RB_{应} = 180^\circ + DA$$

$$QDR = MC$$



样题：背电台飞行时，如何利用 VOR 指示器判断偏航并修正航迹？

<h3>6.3.5 无线电仪表领航</h3> <h4>6.3.5.4 切入指定方位线</h4> <p>一、向台切入指定方位线</p> <p>向电台切入指定方位线，与切入预定航线的步骤一样，其方法略有不同，只要把指定方位线看成是一条新的航线即可，也就是把 $QDM_{指}$ 看成航线角 MC。具体的切入方法是</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 判断直升机与指定方位线的关系 <p>通过直升机当时位置所测定的电台磁方位 QDM 与需切入指定方位线的电台磁方位 $QDM_{指}$ 比较，判断出直升机在指定方位线的左或右。</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">$QDM > QDM_{指}$</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">直升机在指定方位线的右边</td> </tr> <tr> <td>$QDM < QDM_{指}$</td> <td style="text-align: center;">直升机在指定方位线的左边</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$TKD = QDM_{指} - QDM$</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> 2. 确定切入航向 $MH_{切}$ $MH_{切} = QDM_{指} \pm \alpha \quad (\text{右切“+”，左切“-”})$ <ol style="list-style-type: none"> 3. 判断切入指定方位线的瞬间 $RB_{切} = 360^\circ \pm \alpha \quad (\text{右切“-”，左切“+”})$ $QDM_{切} = QDM_{指}$ <ol style="list-style-type: none"> 4. 修正偏流沿方位线向台飞行 <p>二、背台切入指定方位线</p> <p>背电台切入指定方位线，与切入预定航线的步骤一样，其切入方法略有不同，只须将 $QDR_{指}$ 当成预定航线 MC 即可。背台切入指定方位线的方法和步骤是：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 判断直升机与指定方位线的关系 <p>就是判断出直升机在指定方位线的左或右，判断时是通过当时直升机所测定的直升机磁方位 QDR 与指定方位线的直升机磁方位 $QDR_{指}$ (也可以称为背台航迹)相比较，即</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">$QDR > QDR_{指}$</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">直升机在指定方位线的右边</td> </tr> <tr> <td>$QDR < QDR_{指}$</td> <td style="text-align: center;">直升机在指定方位线的左边</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">$TKE = QDR - QDR_{指}$</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> 2. 确定切入航向 $MH_{切}$ $MH_{切} = QDR_{指} \pm \alpha \quad (\text{右切“+”，左切“-”})$ <ol style="list-style-type: none"> 3. 判断切入指定方位线的瞬间 $RB_{切} = 180^\circ \pm \alpha \quad (\text{右切“-”，左切“+”})$ $QDR_{切} = QDR_{指}$ <ol style="list-style-type: none"> 4. 修正偏流沿方位线背台飞行 	$QDM > QDM_{指}$	直升机在指定方位线的右边	$QDM < QDM_{指}$	直升机在指定方位线的左边	$TKD = QDM_{指} - QDM$		$QDR > QDR_{指}$	直升机在指定方位线的右边	$QDR < QDR_{指}$	直升机在指定方位线的左边	$TKE = QDR - QDR_{指}$		备注：
$QDM > QDM_{指}$	直升机在指定方位线的右边												
$QDM < QDM_{指}$	直升机在指定方位线的左边												
$TKD = QDM_{指} - QDM$													
$QDR > QDR_{指}$	直升机在指定方位线的右边												
$QDR < QDR_{指}$	直升机在指定方位线的左边												
$TKE = QDR - QDR_{指}$													
样题： 切入指定方位线时，如何判断切入航向？													

6.3.5 无线电仪表领航

备注:

6.3.5.5 利用无线电台定位

无线电定位的基本原理是利用平面中的两条或两条以上的位置线相交，确定出直升机的位置。按照所利用的位置线形状，可以把无线电定位分为 $\theta-\theta$ 定位、 $\rho-\theta$ 定位、 $\rho-\rho$ 定位， ρ 表示距离， θ 表示角度或方位。

一、双台定位

常用的无线电领航双台定位有距离-方位 ($\rho-\theta$)、方位-方位 ($\theta-\theta$)、距离-距离 ($\rho-\rho$)。飞行中如果地面有两个电台时，对于有两部测角无线电设备的直升机，可以实现同时刻双台定位。

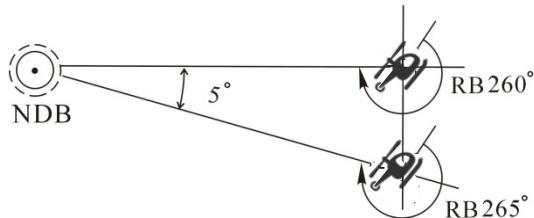
二、单台定位

对航线侧方的一个电台测量两次方位来确定直升机位置的方法称为单台定位。单台定位常采用正切电台法。

- 当方位角 α 较小时，可采用以下公式估算到台时间和距离：

$$t = 60 \times t_{\text{平(min)}} / \alpha$$

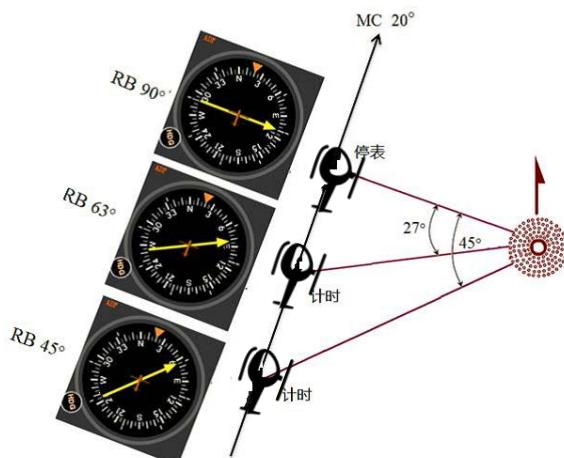
$$d = GS \times t_{\text{平(min)}} / \alpha$$



- 正切电台前 45° (27°) 法。

电台较近时选择 45° , $d = GS \times t$

电台较远时选择 27° , $d = 2GS \times t$



样题：ADF 翼尖方位在 4 分钟内变化了 10° ，若耗油率为 11 升/hr，确定飞往该电台的需燃油量为？

6.3.5 无线电仪表领航 6.3.5.6 DME弧	备注:
<p>在飞行中，经常会有沿 DME 弧飞行切入某一径向线或跑道延长线，就是利用 VOR/DME 台作为圆心，保持规定的 DME 距离做圆周飞行。沿 DME 弧飞行需要 DME 和 VOR 设备；飞行时利用 DME 距离指示器配合 HSI、RMI、CDI 来完成，最佳的配合就是使用 RMI/DME 进行。</p> <p>一、进入 DME 弧</p> <p>飞行员根据 DME 指示器显示的距离，引导直升机进入预定的 DME 弧。即向左或向右转 90°，按规定转弯率转弯，准确地切入 DME 弧，实施时应掌握好切入 DME 弧的转弯开始前置量。</p> <p>二、沿 DME 弧飞行</p> <p>从理论上讲，在无风条件下通过保持 RMI 方位指针与“左翼尖”（电台在左侧）或“右翼尖”（电台在右侧）一致，采用“落 5° 转 10°”或者“落 10° 转 20°”方法。DME 指示器显示预定 DME 距离，这样直升机可以保持一定的速度沿 DME 弧飞行。</p> <p>三、风的修正</p> <p>选取有风参考点原则：从弧内吹来，参考点前移一个 DA 角；风从弧外吹来，参考点后移一个 DA 角。</p>	

样题：利用 RMI 仪表沿 DME 弧飞行的方法？

6.4.1 进近程序的构成及使用

备注:

仪表进近程序是航空器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。仪表进近程序包括进场程序、进近程序和复飞程序。

一、仪表进近程序的构成

一个仪表进近程序，通常由五个航段组成：

1. 进场航段

进场航段是航空器从航路飞行阶段下降过渡到起始进近定位点(IAF)的航段。

2. 起始进近航段

超始进近航段是从起始进近定位点(IAF)开始，到中间进近定位点(IF)或者最后进近定位点/最后进近点(FAF/FAP)终止的航段。

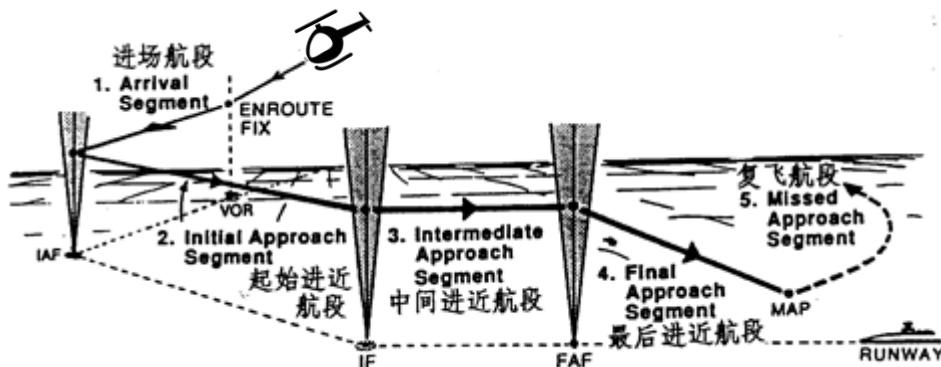
3. 中间进近航段 中间进近航段是从中间进近定位点(IF)到最后进近定位点/最后进近点(FAF/FAP)间的航段。

4. 最后进近航段

最后进近航段是完成航迹对正和下降着陆的航段，这一航段是整个仪表进近程序中最关键的阶段，包括仪表飞行和目视着陆两部分，仪表飞行部分是从 FAF/FAP 开始至复飞点(MAPt)或下降到决断高度的一点为止；目视着陆部分是从飞行员由仪表飞行转入目视进近开始直到进入跑道着陆为止。

5. 复飞航段

复飞航段是从复飞点开始，到航空器爬升到可以作另一次进近或回到指定等待航线、重新开始航线飞行的高度为止。



二、传统程序仪表进近的基本形式

1. 直线程序（含 DME 弧）；
2. 反向程序，它包括基线转弯（Base Turn）和程序转弯（Procedure Turn），基线转弯也称为修正角航线程序；
3. 推测航迹程序，它包括 S 型程序和 U 型程序；
4. 直角程序，直角程序常用作等待程序。

样题：仪表进近程序由那几个航段构成？

6.4.2 进近程序的飞行方法

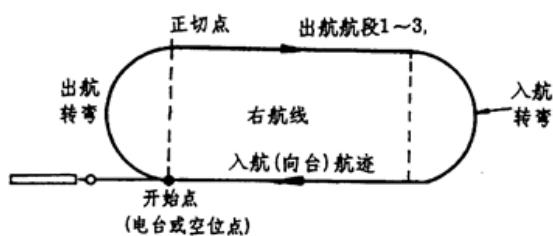
备注:

6.4.2.1 直角程序及等待程序的飞行方法

直角程序通常建立在着陆方向的左侧，称为左程序，建立在着陆方向右侧的称为右程序。

一、直角程序的构成

直角程序的开始点是一个导航台或定位点，由出航转弯、出航航段(迹)和入航转弯、入航航段(迹)所构成。



出航时间的规定：出航时间可根据下降的需要，从 1--3min 以 0.5min 为增量。中国民航按 A/B 类和 C/D 类航空器分别公布。

出航计时的规定：使用一个电台的直角程序，出航计时是从正切电台或转至出航航向开始，以晚到者为准；使用一个定位点的直角程序，出航计时是以转至出航航向时开始。

出航航段长度的限制：出航航段长度可根据位置适当的导航设施的径向线/方位线及 DME 距离加以限制。

二、直角程序的无风数据

直角程序的无风数据，按 A/B 类和 C/D 类飞机的仪表进近图的形式予以公布。

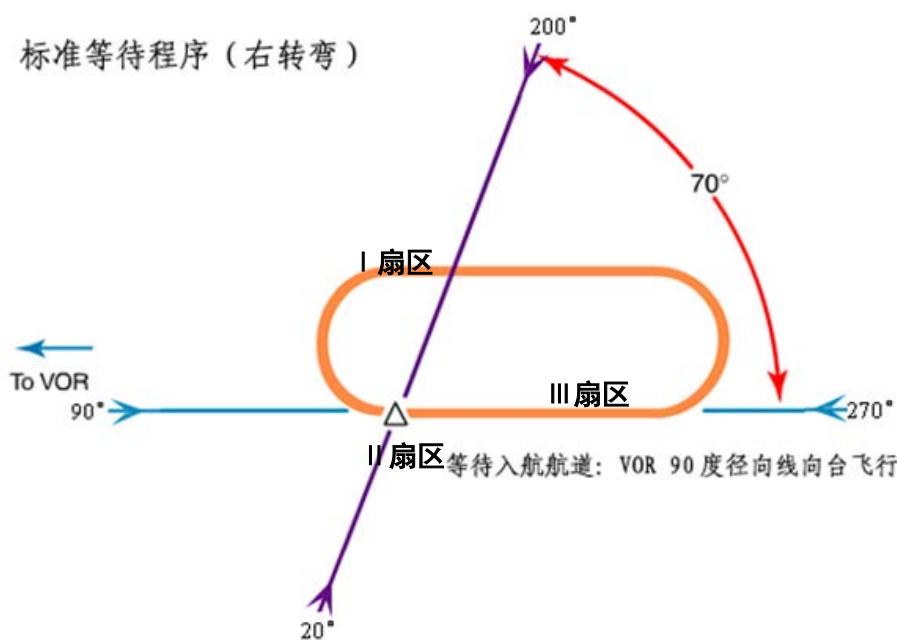
- (1) 起始进近定位点及高度
- (2) 出航航段的航迹角和出航时间
- (3) 入航转弯开始高度
- (4) 入航航迹和第二次过台高度

三、直角程序及等待程序的加入方法

1. 进入扇区的划分

以直角程序或等待程序起始点(导航台)为圆心，入航航迹方向为基准，向直角程序程序或等待程序一侧(右航线向右、左航线向左)量取 110°并通过起始点画出一条直线，该直线与入航航迹方向线将 360°的区域划分为三个扇区。 I 扇区 110°， II 扇区 70°、 III 扇区 180°。

标准等待程序（右转弯）



2. 扇区进入方法

- (1) I 扇区平行进入(Parallel Entry);
- (2) II 扇区偏置进入(Teardrop Entry);
- (3) III 扇区直接进入(Direct Entry)。

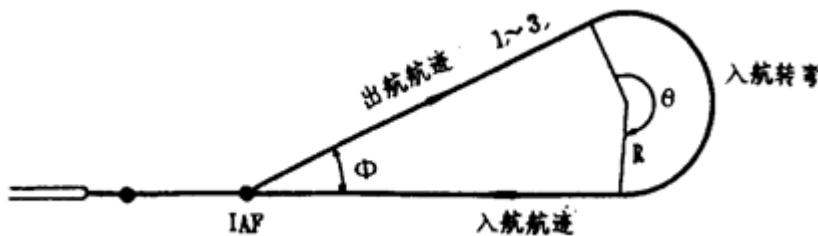
样题：直角程序的构成是什么？

6.4.2 进近程序的飞行方法

备注:

6.4.2.2 修正角程序的飞行方法**一、修正角程序的构成**

修正角程序由出航航迹(背台边)、基线转弯(入航转弯)和向台航迹(入航航迹)构成。



修正角程序出航时间的规定与直角航线相同，只是开始计时是从通过导航台(起始进近定位点)瞬间。出航航段的限制与直角航线规定相同。

二、修正角程序的无风数据

修正角程序的无风数据，在仪表进近图中按 A/B 类、C/D 类飞机分别予以公布。

1. 起始进近定位点及高度
2. 出航航段(背台边)的航迹角和出航时间
3. 入航转弯开始高度
4. 入航航段的航迹和第二次过台高度

三、修正角程序的加入方法

沿修正角程序作起始进近时，修正角航线的加入有加入扇区加入和全向加入两种。

样题：修正角程序的组成是什么？

6.4.2 进近程序的飞行方法 6.4.2.3 四转弯过程的判断与修正	备注:
<p>一、四转弯的定义 四转弯是指直升机进行入航转弯过程中转向入航航迹的最后 90°转弯。</p> <p>二、四转弯过程的判断 如果测出的无线电方位大于规定的无线电方位，则右航线偏在转弯航迹外侧为进入晚；左航线偏在转弯航迹内侧为进入早。如果测出的无线电方位小于规定的无线电方位，则右航线偏在内侧为进入早；左航线偏在外侧为进入晚。</p> <p>三、四转弯偏差修正 进入早，适当减小坡度放大转弯的半径；进入晚，适当增大坡度减小转弯的半径。</p> <p>样题：航向剩余角ΔMH 和电台方位剩余角β 或相对方位剩余角ΔRB 的对应关系是什么？</p>	

6.4.2 进近程序的飞行方法 6.4.2.4 五边进近的判断与修正	备注:
<p>五边向台航迹判断与修正</p> <p>使用仪表的 QDM 与五边向台航迹 MC 进行比较：</p> <p>QDM>MC 直升机偏在五边向台航迹左侧，向右修正；</p> <p>QDM=MC 直升机在五边向台航迹上；</p> <p>QDM<MC 直升机偏在五边向台航迹右侧，向左修正。</p> <p>样题：五边进近高度的控制的方法是什么？</p>	

7.1.1 航空资料汇编

7.1.1.1 航空资料汇编的结构

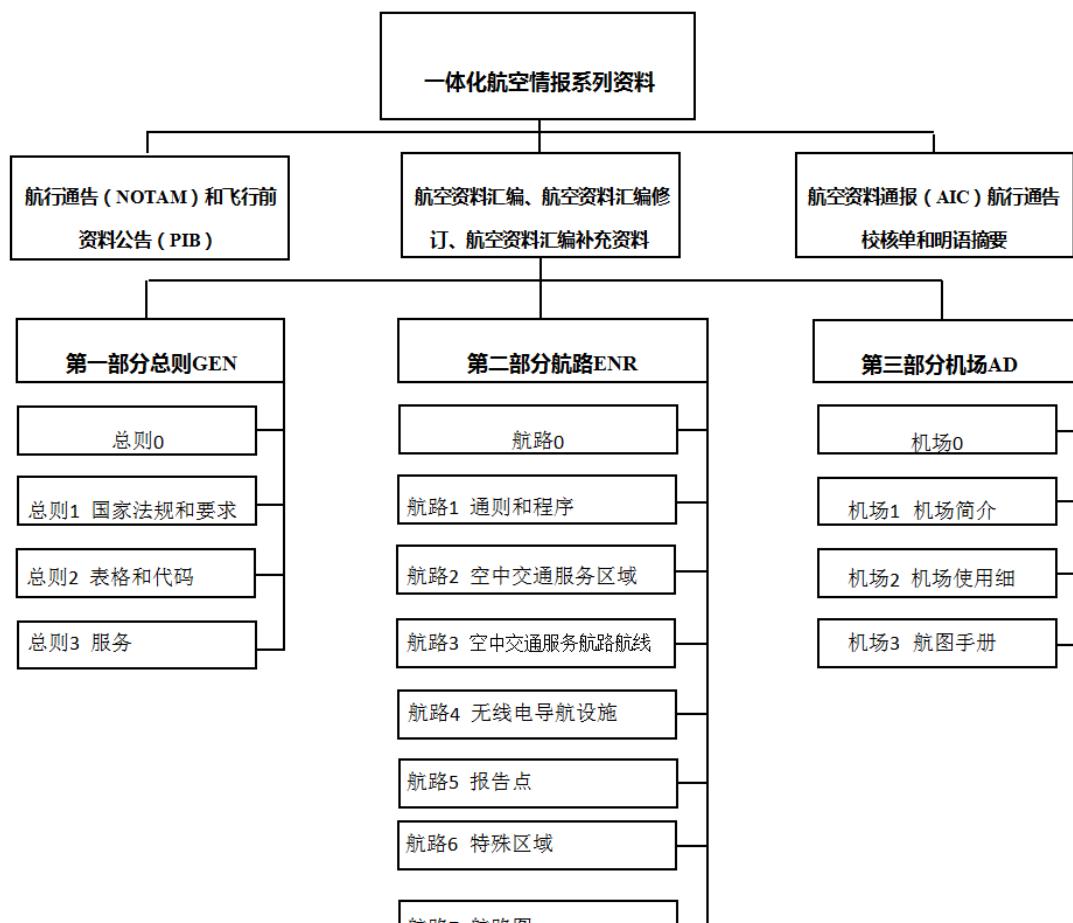
备注： CCAR175部附件一
CCAR175部附件五

一、航空资料汇编是指由国家发行或国家授权发行，载有空中航行所必需的具有持久性质的航空资料出版物，是国际间航空所必需的可用于交换的持久性航空资料。航空资料汇编英文缩写为AIP (Aeronautical Information Publication)。我国出版两种不同的AIP，分别为NAIP和CAIP。

1. NAIP为《中国民航国内航空资料汇编》，是中国民用航空器进行境内飞行的综合性航空资料，采用中文编辑出版。

2. CAIP为《中华人民共和国航空资料汇编》，是外国民用航空器在我国境内飞行必备的综合航空资料，采用中、英两种文字编辑出版。在CAIP中仅包含我国经批准的国际机场及其他对外开放的机场、航路、设施以及有关的规章制度等内容。

二、NAIP和CAIP均由三个部分组成，分别为：总则（GEN）、航路(ENR)、机场(AD)，下图为NAIP结构。



样题：NAIP和CAIP的区别有哪些？

7.1.1 航空资料汇编 7.1.1.2 航空资料汇编的内容	备注： CCAR175部附件一 CCAR175部附件五
<p>一、由于NAIP与CAIP使用对象不同，三部分内容存在一定差异，但每部分针对飞行员可获取的航空资料是相似的，以下分别说明：</p> <p>1. 总则(GEN)</p> <p>总则主要包括：国家法规与要求、相关表格和代码，以及服务等内容。</p> <p>飞行员可以从中快速查阅到航空负责当局及其地址，航空运行中所依据的法律法规，以及计量系统、简缩字、航图符号、地名代码、无线电导航设施表、数据换算表、日出日没表等重要运行参考信息。</p> <p>总则的服务部份给出了相关航空服务的信息，包括航空情报服务、航图、空中交通服务、通信导航监视服务、气象服务、搜寻和救援服务。</p> <p>2. 航路(ENR)</p> <p>航路(ENR)主要包括通则和程序、空中交通服务区域、空中交通服务航路航线、导航设施、报告点、特殊区域、航路图等内容。</p> <p>飞行员可以从中快速查阅到在我国境内运行时，飞行各阶段必须遵循的管制运行规定，通信与联络要求，起飞和着陆的尾流间隔，目视与仪表运行规则，高度表拨正程序，飞行高度层配备。本部分还提供了我国飞行情报区、区域管制的划分及其范围。同时可以按字母顺序快速检索航路、导航台、警告区域等信息。</p> <p>3. 机场(AD)</p> <p>机场(AD)主要包括机场简介、机场使用细则、航图手册。</p> <p>飞行员可以从该部分快速查询到某一机场的地理位置信息，工作时间，地勤服务和设施，救援与消防服务，道面以及引导信息，机场周边障碍物信息，跑道物理特征、进近和跑道灯光配备等重要信息。</p> <p>样题：进近和跑道灯光配置在AIP那一部分查询？</p>	

7.1.1 航空资料汇编

备注：CCAR175部第六章

7.1.1.3 航空资料汇编的一般规范说明

- 一、航空资料汇编均采用活页资料形式出版，分册发行。飞行员可以根据自己检索资料内容选择分册使用。
- 二、航空资料汇编中，每一页上都印有易于查找的页码标志、资料出版日期和生效日期。飞行员应特别注意资料的生效日期。
- 三、若航空资料中存在3个月以上的临时变更，或篇幅大、图表多的临时数据，这些数据将会以航空资料汇编补充 SUP 的形式予以公布。SUP 为不定期发布资料，以黄色纸张印刷。
- 四、航空资料汇编内容存在对飞行有重要意义的变更，应发布航空资料汇编修订 AMD。每期航空资料汇编修订单中，应标明修订资料汇编的名称、编号、出版部门、出版日期和生效日期等信息。修订页中主要变动内容会以明显的符号和文字注释给予提示，飞行员应特别关注。

样题：哪些信息以航空资料汇编补充资料的形式发布？

7.1.2 航行通告 7.1.2.1 航行通告简介	备注：CCAR175 部第七章
<p>一、航行通告用以发布关于航行设备、服务、设施、程序以及危险情况的建立（出现）、撤销和更改等情况。</p> <p>二、我国现行航行通告分为 A、E、F、C 和 D 五个系列，其中 A、E、F 系列的航行通告为国际系列，供国际飞行使用；C 系列为国内系列，供国内飞行使用；D 系列为地区系列，用于本地区内分发，地区系列航行通告应该由机场民用航空情报单位填写，并拍发至所在地区民用航空情报中心。此外还有两个特殊系列的航行通告，即 S 系列的雪情通告和 V 系列的火山通告，目前我国仅接收，不再发布 V 系列火山通告。</p>	

样题：S 系列是什么通告？

<h2>7.1.2 航行通告</h2> <h3>7.1.2.2 航行通告格式和内容</h3> <p>一、航行通告样例</p> <p>GG ZBAAOIXX 011159 ZSSSOFXX (C0331/14 NOTAMN Q)ZSHA/QFALC/IV/NBO/A/000/999/3112N12120E005 A)ZSSS B)1406070000 C)1406090230 D)0000-0230 DLY E)AD CLSD DUE TO WIP.)</p> <p>二、格式说明</p> <ol style="list-style-type: none"> 报头部分包括电报等级和收电地址，以及签发时间和发电地址。 样例中 GG 为电报等级（急报），也可为 DD(特急报) 011159 为签发时间，表示 01 日 11 时 59 分。 系列编号和航行通告标志 样例中 C0331/14 表示 2014 年发布的 C 系列第 331 号航行通告 NOTAMN 代表航行通告标志，航行通告标志分为三类，其中：NOTAMN 表示新航行通告、NOTAMR 表示代替航行通告（代替航行通告生效的同时，被代替航行通告失效）、NOTAMC 表示取消航行通告（自取消航行通告发布之时起，两份航行通告同时失效）。 Q)项为限定行 样例中：Q)ZSHA/QFALC/IV/NBO/A/000/999/3112N12120E005 为限定行，该行主要是用于飞行人员和有关部门对航行通告进行提取、查询和检索。 A)项为发生地、B)项为生效时间、C)项为失效时间 样例中：A)ZSSS B)1406070000 C)1406090230 表示上海虹桥机场发布，生效时间为 2014 年 6 月 7 日零时，失效时间为 2014 年 6 月 9 日 2 时 30 分 当 C)项出现“EST”时，表示预计失效时间；当 C)项出现“PERM”时，表示永久有效。 D)项为分段生效时间 样例中：D)0000-0230 DLY 表示每日零时至 2 时 30 分生效 E)项为航行通告正文 样例中：E)AD CLSD DUE TO WIP.) 表示机场由于施工关闭。 	<p>备注：CCAR175 部第七章</p>
样题：A0525/14 NOTAMC A0433/14 表示什么意思？	

7.1.2 航行通告

备注：CCAR175 部第七章

7.1.2.3 雪情通告

- 一、雪情通告（SNOWTAM）是一种特殊系列的航行通告，以一种专门格式通知由于活动区内有雪、冰、雪浆或与雪、冰、雪浆有关的积水而存在危险情况，或这种险情的排除。
- 二、收到雪情通告时意味着跑道、停止道、滑行道、停机坪上有积雪、结冰、雪浆或者跑道灯被积雪覆盖。
- 三、国外发布的雪情通告使用世界协调时（UTC），我国发布的雪情通告使用北京时。雪情通告的有效时间最长不得超过 24 小时。
- 四、雪情通报的电报等级通常使用 GG, 使用系列为 S，其他 NOTAM 规定相同。
- 五、飞行员应注意雪情通告的有效时间，对道面的污染区域以及污染程度，以及机场对雪情清除的预期时间与雪情的趋势。

样例：

```

GG ZBBBYNYX ZGGGOFXX ZSSSOFXX
150630 ZHLYOIXX
SWZG0117 ZHLY 01150345
SNOWTAM 0117
A)ZHLY  B)01150345  C)08  F)67/7/7
G)1/1/1  H)29/50/37
T)RWY CONTAMINATION 100 PER CENT SECTION A SIDE L DEPOSIT ICE 10
PER CENT. BA 21. SECTION AB DEPOSIT SNOW 50 PER CENT.
UREA SPREAD.)

```

翻译：

电报等级：急报
收电地址：北京、广州、上海情报室
签发日期：15 日 6 时 30 分
签发单位：洛阳情报室
简化报头：洛阳机场第 117 号雪情通告，观测时间 1 月 15 日 3 时 45 分
编 号：SNOWTAM 0117（第 117 号雪情通告）
洛阳机场；
1 月 15 日 3 时 45 分观测
从 08 号跑道入口观测
跑道第一个三分之一地段堆积有雪浆和冰，第二个三分之一地段堆积有冰，第三个三分之一地段堆积有冰；
跑道每三分之一地段处积雪/冰的厚度均为 1 毫米；
跑道每三分之一地段的摩擦系数分别为 0.29、0.50、0.37；
50% 以上跑道长度被污染，跑道第一个三分之一地段的左侧有小于 10% 的积冰，刹车系数为 0.21；第一和第二个三分之一地段有 26%~50% 的积雪。已经喷洒了 UREA 融雪剂。

样题：雪情通告的有效期是多长时间？

7.2.1 空域					备注：《民用航空使用空域办法》																														
7.2.1.1 空中交通服务空域																																			
<p>根据民用空域使用和管理内容的不同，民用空域分为飞行情报区、空中交通服务空域、禁区、限制区和危险区。</p> <p>我国空中交通服务空域分为管制区和管制地带。</p> <p>管制空域分为 A、B、C、D 四类空域。</p>																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>空域名称</th><th>类型</th><th>运行规则</th><th>间隔配备情况</th><th>界限</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高空管制区</td><td>A</td><td>IFR</td><td>配备间隔</td><td>下限通常高于标准大气压高度 6000 米（不含），或者根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。高空管制区的上限应当根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。</td><td></td></tr> <tr> <td>中低空管制区</td><td>B</td><td>IFR VFR</td><td>配备间隔</td><td>在中国境内标准大气压高度 6000 米（含）至其下某指定高度的空间，下限通常在距离地面或者水面 200 米以上，或者为终端（进近）管制区或者机场塔台管制区的上限；中低空管制区的下限确定在平均平面高度 900 米以上的，则应当取某个飞行高度层为其值。</td><td></td></tr> <tr> <td>终端（进近）管制区</td><td>C</td><td>IFR VFR</td><td>IFR 之间、IFR 与 VFR 之间配备间隔，VFR 之间提供活动情报</td><td>通常是指在一个或者几个机场附近的航路、航线汇合处划设的、便于进场和离场航空器飞行的管制空域。它是高空管制空域或者中低空管制空域与机场管制地带之间的连接部分。</td><td></td></tr> <tr> <td>机场管制地带</td><td>D</td><td>IFR VFR</td><td>IFR 之间配备间隔、IFR 接收 VFR 的活动情报，VFR 接收其它所有飞行的活动情报</td><td>机场管制地带通常包括起落航线和最后进近定位点之后的航段以及第一个等待高度层（含）以下至地球表面的空间和机场机动区。</td><td></td></tr> </tbody> </table>						空域名称	类型	运行规则	间隔配备情况	界限		高空管制区	A	IFR	配备间隔	下限通常高于标准大气压高度 6000 米（不含），或者根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。高空管制区的上限应当根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。		中低空管制区	B	IFR VFR	配备间隔	在中国境内标准大气压高度 6000 米（含）至其下某指定高度的空间，下限通常在距离地面或者水面 200 米以上，或者为终端（进近）管制区或者机场塔台管制区的上限；中低空管制区的下限确定在平均平面高度 900 米以上的，则应当取某个飞行高度层为其值。		终端（进近）管制区	C	IFR VFR	IFR 之间、IFR 与 VFR 之间配备间隔，VFR 之间提供活动情报	通常是指在一个或者几个机场附近的航路、航线汇合处划设的、便于进场和离场航空器飞行的管制空域。它是高空管制空域或者中低空管制空域与机场管制地带之间的连接部分。		机场管制地带	D	IFR VFR	IFR 之间配备间隔、IFR 接收 VFR 的活动情报，VFR 接收其它所有飞行的活动情报	机场管制地带通常包括起落航线和最后进近定位点之后的航段以及第一个等待高度层（含）以下至地球表面的空间和机场机动区。	
空域名称	类型	运行规则	间隔配备情况	界限																															
高空管制区	A	IFR	配备间隔	下限通常高于标准大气压高度 6000 米（不含），或者根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。高空管制区的上限应当根据空中交通管制服务情况确定，并取某个飞行高度层为其值。																															
中低空管制区	B	IFR VFR	配备间隔	在中国境内标准大气压高度 6000 米（含）至其下某指定高度的空间，下限通常在距离地面或者水面 200 米以上，或者为终端（进近）管制区或者机场塔台管制区的上限；中低空管制区的下限确定在平均平面高度 900 米以上的，则应当取某个飞行高度层为其值。																															
终端（进近）管制区	C	IFR VFR	IFR 之间、IFR 与 VFR 之间配备间隔，VFR 之间提供活动情报	通常是指在一个或者几个机场附近的航路、航线汇合处划设的、便于进场和离场航空器飞行的管制空域。它是高空管制空域或者中低空管制空域与机场管制地带之间的连接部分。																															
机场管制地带	D	IFR VFR	IFR 之间配备间隔、IFR 接收 VFR 的活动情报，VFR 接收其它所有飞行的活动情报	机场管制地带通常包括起落航线和最后进近定位点之后的航段以及第一个等待高度层（含）以下至地球表面的空间和机场机动区。																															
<p>在以上四类空域内飞行的航空器，必须接受空中交通管制单位的管制。</p>																																			
<p>样题：中国标准气压高度6000米以下通常是什么管制空域？</p>																																			

7.2.1 空域

备注：CCAR-93

7.2.1.2 空中交通管制服务的获取

中国的民航空管单位包括机场塔台空中交通管制室（简称塔台管制室）、空中交通服务报告室、进近管制室（终端管制室）、区域管制室（区域管制中心）、地区空中交通运行管理单位、全国空中交通运行管理单位。

航空器驾驶员可以在下列航空器活动中获取空中交通管制服务：

1. 高空管制区、中低空管制区、进近管制区、机场管制地带内的所有仪表飞行规则的飞行；
2. 中低空管制区、进近管制区、机场管制地带内的所有目视飞行规则的飞行；
3. 特殊目视飞行规则的飞行；
4. 在机场交通活动。

塔台管制室负责对本塔台管辖范围内航空器的开车、滑行、起飞、着陆和与其有关的机动飞行的管制工作。在没有机场自动情报服务的塔台管制室，还应当提供航空器起飞、着陆条件等情报。

进近管制室负责一个或数个机场的航空器进、离场的管制工作。

区域管制室负责向本管制区内受管制的航空器提供空中交通管制服务；受理本管制区内执行通用航空任务的航空器以及在非民用机场起降而由民航保障的航空器的飞行申请，负责管制并向有关单位通报飞行预报和动态。

飞行情报区内的飞行情报服务和告警服务由有关的空中交通管制单位负责提供。

样题：飞行员如何获取起飞、着陆条件等信息？

7.3.1 地面运行

7.3.1.1 跑道标志

备注:《地面运行》
(AC-91-FS-2014-23)

一、跑道号码标志

跑道号码标志设置在跑道入口处,表明相关道面是跑道并显示具体的跑道号码。跑道号码标志由两位数字组成,这个两位数是从进近方向看去最接近于跑道磁方位角度数的十分之一的整数。在有平行跑道的情况下,每个跑道号码标志后增加一个字母:

例:两条平行跑道:“L”“R”;

三条平行跑道:“L”“C”“R”。

二、跑道入口标志

说明:跑道入口标志是由一组尺寸相同、位置对称于跑道中线的纵向线段组成,提供跑道入口信息。

三、瞄准点标志

瞄准点标志通常设置在跑道的每个进近端,由两条明显的粗的白色条块组成,为驾驶员操纵航空器着陆提供目视参考。

四、接地带标志

接地带标志由若干对对称地设在跑道中线两侧的长方形标志块组成,接地带对数与可用着陆距离或跑道入口之间的距离的对应关系如下:

标志块对数	可用着陆距离或跑道入口之间的距离
1	小于900m
2	900m至不足1200m
3	1200m至不足1500m
4	1500m至不足2400m
6	2400m及2400m以上

样题:如果从进近一侧看到跑道号码标志为02R,则从跑道另一侧看到的跑道号码标志是什么?

<p>7.3.1 地面运行</p> <p>7.3.1.2 滑行道标志</p>	<p>备注:《地面运行》 (AC-91-FS-2014-23)</p>
<p>一、增强型滑行道中线标志</p> <p>增强型滑行道中线标志在普通滑行道中线两侧增加宽度 0.15m 的黄色边线标志，并设置外边宽不小于 0.05m 的黑色背景。增强型滑行道中线标志设置在与跑道直接相连的滑行道（单向运行的滑道除外）上 A 型跑道等待位置处，作用是为驾驶员提供额外的确认 A 型跑道等待位置的目视参考，并构成跑道入侵防范措施的一部分。</p> <p>二、跑道等待位置标志</p> <p>跑道等待位置标志设计为黄色，沿跑道等待位置设置。在滑行道与非仪表跑、精密进近或起飞相交处，在滑行道与非仪表跑、精密进近或起飞相交处，设置 A 型跑道等待位置标志。在滑行道与 I 、 II 或 III 类精密进近跑道相交处，如仅设有一个跑道等待位置，则该处的跑道等待位置标志为 A 型。在上述相交处如设有多个跑道等待位置，则最靠近跑道的跑道等待位置标志为 A 型，而其余离跑道较远的跑道等待位置标志为 B 型。B 型跑道等待位置标志的位置由跑道所服务的最大机型以及 ILS/MLS 的临界/敏感区决定，并且仅当 ILS 运行时，B 型跑道等待位置标志才发挥作用。</p> <p>注：未得到空中交通管制的进入跑道许可前，航空器的任何部位均不能越过跑道等待位置标志的实线。</p> <p>三、机位安全线</p> <p>说明：机坪上根据航空器停放布局和地面设施的需要设置有机位安全线。航空器入位时，机位安全线所包括的范围应当没有障碍物（除引导航空器入位的机务和个别轮档、锥筒外）。</p> <p>四、关闭的跑道和滑行道标志</p> <p>关闭的跑道或滑行道标志表示相应的跑道或滑行道的全部或部分为关闭状态，禁止航空器使用。对所有航空器的使用永久关闭的跑道或滑行道或其部分，均设有关闭标志。</p> <p>五、强制性指令标志</p> <p>当道边无法安装相应强制性指令标记牌时，在道面上设置强制性指令标志。强制性指令标志为红底白字，除禁止进入标志外，白色字符提供与相关的标记牌相同的信息。</p> <p>六、中间等待位置标志</p> <p>中间等待位置标志为单条断续线(虚线)，设置在两条滑行道的相交处。中间等待位置标志横跨滑行道，并与相交滑行道的近边有足够的距离以保证滑行中的航空器之间的安全净距。</p>	

样题：中间等待位置标志的作用是什么？

7.3.1 地面运行 7.3.1.3 机场区域内标记牌	备注:《地面运行》 (AC-91-FS-2014-23)
<p>一、强制性指令标记牌</p> <p>强制性指令标记牌为红底白字，包括跑道号码标记牌、I类、II类或III类等待位置标记牌、跑道等待位置标记牌、道路等待位置标记牌和禁止进入标记牌等。</p> <p>注：</p> <p>A.设有强制性指令标记牌的位置，滑行中的航空器非经机场管制许可不得越过。 B.禁止滑入标记牌表明“禁止进入”的区域。</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> <p>二、信息标记牌</p> <p>信息标记牌标明一个特定位置或提供方向或目的地信息，包括方向标记牌、位置标记牌、目的地标记牌、跑道出口标记牌、脱离跑道标记牌和短距起飞标记牌。其中位置标记牌为黑底黄字，其它均为黄底黑字。</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>	

样题：强制性指令标记牌的颜色标记一般是什么？

7.3.1 地面运行

7.3.1.4 直升机场标识和标记

备注:《地面运行》

(AC-91-FS-2014-23)

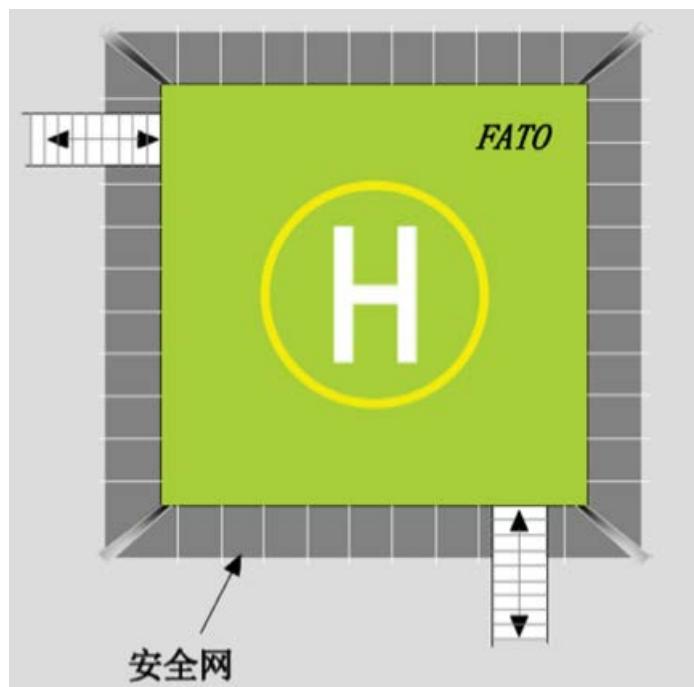
直升机场 FATO 内应设置直升机场识别标志，并应符合以下要求：

1. 跑道型 FATO: 如设置 FATO 识别标志，则直升机场识别标志应作为 FATO 识别标志的一部分，设置于 FATO 两端。

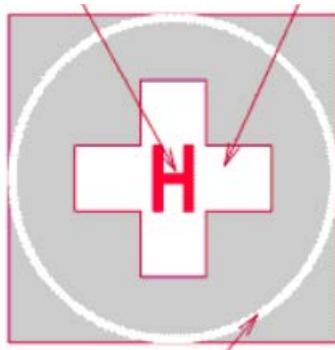


2. 除跑道型 FATO 外:

- (1) 直升机场识别标志应设置在 FATO 中心或中心附近;
- (2) 在设有 TLOF 的 FATO 内, 直升机场识别标志位于 TLOF 的中心。如果直升机水上平台的接地/定位标志出现偏离, 则直升机场识别标志设在接地/定位标志的中心;
- (3) 除医院直升机场外, 在不含 TLOF 且设置瞄准点标志的 FATO, 直升机场识别标志应设置在瞄准点标志的中心。



医院直升机场的识别标志，应采用白色“+”字及加在其中央的红色字母“H”表示。如下图所示。夜间使用的直升机场，“H”标志宜涂刷反光漆。



最大允许质量标志

高架直升机场、直升机水上平台和船上直升机场应设置最大允许质量标志。表面直升机场宜设最大允许质量标志。最大允许质量标志应位于 TLOF 或 FATO 内，按能从主要最终进近方向识别进行布置。最大允许质量标志应由数字及后随的字母“t”组成，用以表明以吨计的允许直升机质量，其中数字可以是一位数、两位数、或三位数的整数，也可以是带一位小数。

样题：医院直升机场标志与普通直升机场标志有何区别？

7.3.1 地面运行 7.3.1.5 跑道灯	备注:《地面运行》 (AC-91-FS-2014-23)
<p>一、跑道边灯</p> <p>说明：跑道边灯必须是可变白光的恒光灯，但下列情况除外：</p> <p>(1) 在跑道入口内移的情况下，从跑道起点至内移跑道入口之间的跑道边灯在进近方向显示红色；</p> <p>(2) 从起飞滑跑开始的一端看，跑道末端的 600m 或跑道长度的三分之一（二者取其小值）这一段的跑道边灯显示黄色。</p> <p>各机场跑道边灯的间距并不一致，因此当驾驶员在使用可见跑道边灯个数估算能见度时需核实该机场跑道边灯间距，谨慎使用该数值估算能见度</p> <p>二、跑道末端灯</p> <p>说明：跑道末端灯设置在有跑道边灯的跑道的末端，设计为向跑道方向发红色光的单向恒光灯，用于帮助驾驶员识别跑道末端。</p> <p>三、跑道中线灯</p> <p>说明：跑道中线灯用于标明跑道中线位置，通常沿跑道中线设置，但实际安装时往往偏在跑道中线同一侧一小段距离。驾驶员在操纵航空器对准中线滑跑时，这段距离可忽略不计。</p> <p>注：</p> <p>A.从跑道入口到距跑道末端 900m 处的跑道中线灯是发可变白光的恒光灯；从距跑道末端 900m 到 300m 之间的跑道中线灯是交替的可发变白光和发红色光的恒光灯；从距跑道末端 300m 到跑道末端是发红色光灯；</p> <p>B.在跑道长度小于 1800m 的情况下，从跑道的可用着陆长度的中点到距跑道末端 300m 处跑道中线灯交替地发可变白色光和红色光。</p> <p>四、跑道接地带灯</p> <p>说明：接地带灯为单向发可变白光的恒光灯，由许多对对称于跑道中线的短排灯组成。接地带灯从跑道入口开始纵向延伸 900m，标明跑道的大致接地区域。</p>	

样题：若飞行员看到跑道中线灯的颜色为红色，则航空器距离跑道末端的范围是多少？

<h3>7.3.1 地面运行</h3> <h4>7.3.1.6 滑行道灯</h4> <p>一、滑行道中心线灯 沿滑行道的中心线均匀设置，灯距在直线段至少应为 30 米；灯光颜色为绿色。</p> <p>二、滑行道边灯 滑行道边灯是发蓝色光的恒定发光灯，在靠近滑行道、等待坪或停机坪的边缘或在边缘以外不大于 3m 处，均匀分布。</p> <p>三、停止排灯 停止排灯是朝着趋近跑道的方向发红色光的单向灯，设置在滑行道上要求航空器停住等待通过许可之处，间距为 3m、横贯滑行道，由 ATC 控制。 注：停止排灯亮表示禁止通行，熄灭表示许可通行。正确识别停止排灯能够有效防止跑道入侵。</p> <p>四、中间位置等待灯 中间等待位置灯对称于滑行道中线并与其成直角，设计为朝着趋向中间等待位置方向发恒定黄色灯光。 注：中间等待位置灯主要用于在跑道视程低于 350m 的情况下运行时，帮助驾驶员识别中间等待位置。</p> <p>五、跑道警戒灯 说明：跑道警戒灯的光束是单向的并对准方向使滑向等待位置的航空器驾驶员能看得见，用于警告在滑行道上操纵航空器的驾驶员和驾驶车辆的司机，他们将要进入一条现用跑道。 注：跑道警戒灯有两种标准构型，A 型跑道警戒灯和 B 型跑道警戒灯： 1. A 型跑道警戒灯设置在滑行道的两侧，由两对黄色灯组成，灯具内的灯泡交替发光。 2. B 型跑道警戒灯横贯滑行道设置，由横贯滑行道间距为 3m 的黄色灯组成，灯中相邻的灯交替发光，隔开的灯同时发光。</p>	备注：《地面运行》 (AC-91-FS-2014-23)
样题：若在滑行道交叉处ATC允许航空器通过，而停止排灯仍为红色，则航空器能否通过？	

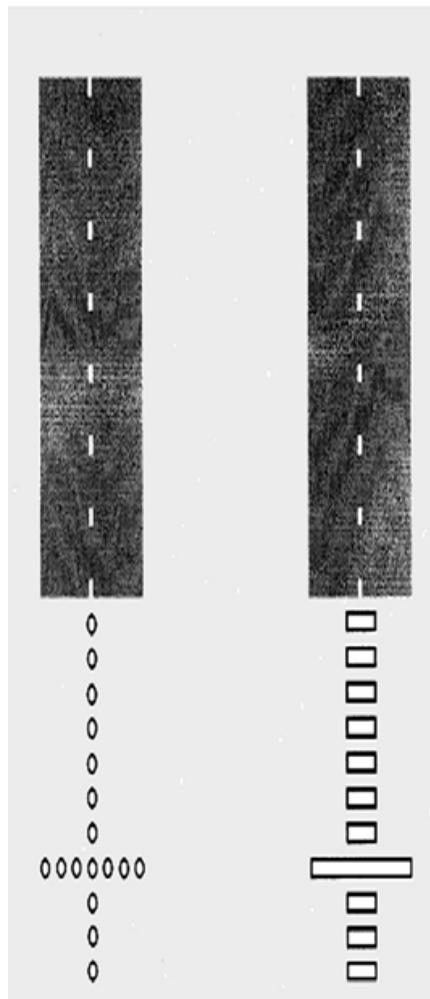
7.3.1 地面运行

7.3.1.7 进近灯光

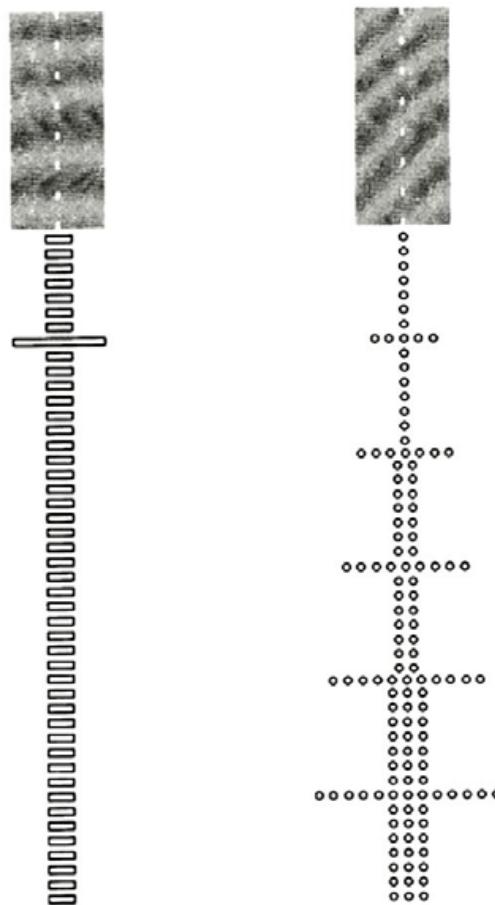
备注:《地面运行》
(AC-91-FS-2014-23)

进近灯光系统根据跑道的运行类别，其结构组成并不相同，具体可分为简易进近灯光系统、I类精密进近灯光系统及II/III类精密进近灯光系统。

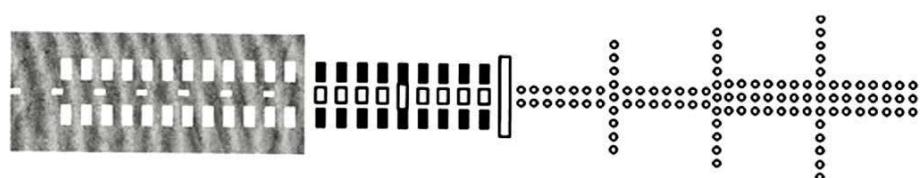
简易进近灯光系统



I类精密进近灯光系统



II/III类精密进近灯光系统



样题：目视进近至少应该采用哪种进近灯光？

7.3.1 地面运行

7.3.1.8 目视进近坡度指示系统

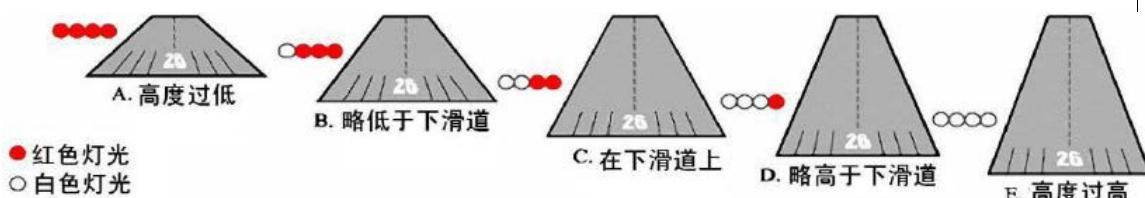
备注:《地面运行》

(AC-91-FS-2014-23)

目视进近坡度指示系统 (VASIS) 指示情况: 当航空器高于下滑道时, 航空器驾驶员看到的所有灯光都是白色的; 当航空器在下滑道上时, 航空器驾驶员看到的下风灯光是白色的, 上风灯光是红色的; 当航空器低于下滑道时, 航空器驾驶员看到的所有灯光都是红色的。



精密进近坡度指示灯 (PAPI) 使用的灯光组件与VASIS类似, 但灯是安装在两个或四个灯光组件上的同一列上。灯光组件列通常安装在跑道左侧, 下滑道指示的描述见下 (两个红灯和两个白灯指示飞机在正确的下滑道上)。如果安装在跑道两侧, 则每当白色和红色灯都可见时, 红灯总是在靠近跑道的一侧。



样题: 如何利用目视进近坡度指示灯判断下滑道高低?

7.3.1 地面运行 7.3.1.9 标准紧急手势信号	备注:《地面运行》 (AC-91-FS-2014-23)
<p>一、定义</p> <p>航空器救援及消防事件指挥员/航空器救援及消防事件消防员与出事航空器驾驶舱和/或客舱机组之间紧急通信所需最低要求的手势信号规定如下。航空器救援及消防的紧急手势信号应从航空器左前方向驾驶舱机组发出。</p> <p>注:为与客舱机组更有效进行联系,航空器救援及消防的消防员也可从其他位置发出紧急手势信号。</p> <p>二、信号说明</p> <p>熟悉掌握以下紧急情况所对应的信号手勢:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建议撤离;  2. 建议停止;  3. 紧急情况得到控制;  4. 火情。  	

样题: 火情的紧急信号手势应如何识别?

<h3>7.3.1 地面运行</h3> <h4>7.3.1.10 防止跑道入侵的建议措施</h4>	备注:《地面运行》 (AC-91-FS-2014-23)
<p>一、定义</p> <p>跑道入侵指在一个机场中，航空器，车辆或者人员不正确地出现在受保护的航空器着陆和起飞的道面区域。（跑道入侵并不是事故，它是可能导致事故的一种危险情况。）</p> <p>二、跑道入侵的飞行员因素</p> <p>飞行员因素导致了许多跑道入侵，包括没有正确理解和执行空中交通管制员的指令。这种情况经常导致通信不畅和缺乏情景意识，飞行员认为自己处在正确的位置，或者飞行员相信已收到进入跑道的指令了，但实际上相反。主要因素包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 不正确的标牌和标志（特别是不容易看见和识别的跑道等待位置线）； 2. 航空器正在着陆后脱离跑道时，管制员发布指令（此时飞行员工作负荷和驾驶舱噪音都非常高）； 3. 飞行员埋头专注于驾驶舱某一仪表指示，降低了情景意识； 4. 飞行员迫于难以理解的指令或者地面标志等因素，采取了鲁莽的行为； 5. 复杂的带有跑道交叉的机场设计； 6. 不完善的，非标准的或者过时的滑行路线信息； 7. 滑行时 ATC 临时更改指令。 <p>三、飞行机组降低跑道入侵风险措施</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 除非特殊许可，当进入跑道或者穿越跑道时，飞行员永远不要穿越红色的停止灯； 2. 机组不应该接受通过与跑道夹角大于 90 度的滑行道进入或者穿越跑道的指令； 3. 当进入跑道等待超过预期的离场时间 90 秒，机组应该联系 ATC 并告知在跑道上等待； 4. 当起飞或者允许着陆和进近时，机组应该打开着陆灯； 5. 当穿越跑道时，机组应该打开频闪灯； 6. 如果怀疑管制员的许可或者指令，执行许可或者指令前，必须立即向管制员证实； 7. 如果机组怀疑其航空器的位置，应该立即联系管制员和遵守相关的程序； 8. 机组必须保持“抬头”，持续外部观察； 9. 机组应该遵守“静默”驾驶舱原则； 10. 滑行阶段应该当作飞行关键阶段来对待，机组必须清楚的了解机场的各种标志、标志和灯光； 11. 优化操作程序以减小滑行阶段的工作负荷，例如推出之前完成起飞性能的分析输入、相应的检查单和机长迎客广播。滑行中，安排一名机组成员对照机场平面图严格监视航空器的位置； 12. 机组应该提前完成航空器离港和进港的准备工作，熟悉滑行路线是非常重要的，并且应该在停机位推出前或者开始下降前完成。 	

样题：导致跑道入侵的飞行员因素有哪些？

7.3.2 低温冰雪运行	备注：《航空器驾驶员低温冰雪运行指南》（AC-91-FS-2013-18）
<ol style="list-style-type: none">1. 正确使用发动机，防止发动机超限。2. 低温条件下，严格执行发动机与某些电子设备的预热程序。3. 谨慎监控电池，预防因冻结导致电池电力丧失。4. 滑橇式起落架直升机地面滑行时应注意吹雪造成的视线降低，丧失飞行姿态。5. 轮式起落架直升机在受污染道面滑行时，应适当降低滑行速度，尤其在顺风和侧风以及转弯时，更应该格外小心。6. 飞行过程中，没有除防冰系统的直升机严禁飞入已知的结冰环境。7. 结冰条件下，考虑使用直升机防冰和除冰设备时对直升机性能的影响。8. 考虑低温对高度表指示的影响。9. 考虑极低温度造成的燃油结冰。10. 考虑可能出现的起降点、跑道污染对直升机性能的影响。	

样题：请列举低温条件下飞行前检查的事项。

7.3.3 夜间运行	备注：《直升机安全运行指南》 (AC-91-FS-2014-22)
-------------------	--------------------------------------

1. 直升机飞行前检查是影响飞行安全的重要一环，必须在符合相关飞行手册的前提下进行。应该尽早安排飞行前检查，最好在昼间进行，给维修工作预留出时间，如果只能在夜间进行，需要用手电筒等具有白光的设备补充照明。用蓝色或红色的灯光很难检查到燃油或液压油水平面或泄漏。检查挡风玻璃清洁且无划痕。小的划痕在昼间可能没影响，但夜间飞行时可能影响很大。起动发动机之前，确保所需相关设备和辅助工具良好，如图表、记事本，手电筒等。

2. 起动发动机时，要格外谨慎，尤其是在黑暗的地区或外部灯光微弱的地方。起动前对外界进行语音提示并且打开防撞灯和航行灯。如果条件允许，可以短暂的打开着陆灯来警告地面人员。

3. 在直升机的滑行过程中，由于着陆灯通常投下一束窄和集中的光束，所以对于侧方的照明很少。因此，夜间滑行应缓慢，特别是在拥挤的停机位附近。当在一个不熟悉的机场或场地时，为避免滑入有障碍物的区域，有必要时请求管制部门或地面人员引导。如有其它外部照明灯光，参考飞行手册合理使用。

4. 起飞前，确保有一个净空的起飞路径，在非机场区域起飞时就要对周围环境特别注意。在没有灯光的区域起飞，很难看清周围的障碍物。起飞路径选定后，应该使用着陆灯等灯光设备判断和规避起飞路径上障碍物，充分利用机载设备来保持好飞行各要素。

5. 起飞后的 500 英尺是最关键的时期，从相对明亮的机场过渡到完全黑暗，夜间起飞通常应采取“高度优于速度”策略，来确保直升机更快地爬升，脱离地面障碍物。

6. 起飞过程中为补偿外部参考缺乏的问题，使用可用的飞行仪表作为辅助，检查高度表、空速表、升降速度表和地平仪，确保爬升姿态正确。

7. 巡航时，为了获得更高的安全余度，建议巡航高度略高于平时的选择。有三个原因。首先，更高的高度保证与障碍物间有更大的空间，尤其是那些夜间很难看到的障碍物，如高压电线和未被照亮的杆塔。第二，在发动机故障时，有更多的时间来建立着陆，更大的滑翔距离也保证着陆时有更多的选择。第三，提高无线电接收距离，特别是如果使用无线电导航时。

8. 在做飞行计划时，建议飞行路径通过有灯光的区域，如城镇或高速公路，这样在出现特情时有更多的选择，导航也更容易。

9. 飞行过程中，地表反光性差的障碍物，如电线和小树枝，很难被看到。定位线缆的最佳方法是通过寻找线缆的支持结构，如线缆杆塔，在低高度飞行时确保从线缆的支持结构上方通过。夜航前，机组人员也应查阅记录有关线缆位置的最新航图或地图。

10. 当夜间迫降时，跟昼间程序一样，并且在近地阶段尽量开启着陆灯以避开迫降路径附近的障碍物。

11. 飞行员夜航进近着陆时，相比昼间，有下滑线偏低的倾向。这是潜在的危险，因为有更大的几率撞到低空障碍物，如电线或栅栏。一种很好的做法是夜航时是下划线偏高一点来躲避障碍物，时刻监视高度和下降率。另外，夜航时，飞行员也倾向于过多地关注降落区域而忽视速度，如果丢失了太多的速度，可能导致进入涡环状态，所以进近着陆时应注意监控并保持好飞行要素。

12. 夜间，外部目视参考大大减少，尤其是当在无灯光或灯光很弱的人烟稀少区域飞行时，结果是飞行员倾向于聚焦单个点或仪表，使其对周围其他航空器的意识减弱，必须做出特殊努力，投入充足时间扫视其他飞机，可以利用位置灯和防撞灯，确定另一架航空器的飞行方向。

样题：直升机夜间起飞应采取“高度优于速度”还是“速度优于高度”？

7.3.4 延伸跨水飞行	备注：《直升机安全运行指南》 (AC-91-FS-2014-22)
<p>延伸跨水飞行是指离最近海岸线超过 93 公里（50 海里）的水面上空飞行。</p> <p>一、在下述情况下，计划作水上飞行的直升机应当装备永久性或可迅速展开的漂浮设备，以保证直升机在下列情况下在水上安全迫降：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A类性能直升机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟； 2. B类性能直升机在水面上空飞行时超过自转或安全迫降着陆距离。 <p>二、在下述情况下，应当为机上每个人装备一件救生衣或等效个人漂浮装置，存放在从各人座位或床位易于取用的地方：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A类性能直升机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟； 2.B类性能直升机在水上飞行超过自转着陆离岸距离但在当地搜寻和救援部门规定的离岸距离内； 3.A类或B类性能直升机由于起飞和进近航径处于水面上空，直升机一旦发生事故可能在水上迫降的起降场起飞或着陆时。 <p>三、除以上2条的规定外，在下述情况下，应当装备供机上所有人员乘坐的足够数量的救生筏，存放在紧急时便于取用的地方，并备有与实施的飞行相适合的救生设备（包括维持生命的设备）和为每一救生衣及等效个人漂浮装置配备救生定位灯：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A类性能直升机在水面上空飞行时离岸的距离超过正常巡航速度10分钟； 2.B类性能直升机在水上飞行超过当地搜寻和救援部门规定的离岸距离在上述范围之外时。 	

样题：列举延伸跨水运行对于A类性能与B类性能直升机离岸距离的不同规定？

7.3.5 尾流

7.3.5.1 尾流的定义及影响因素

备注：《尾流和平行跑道运行》
(AC-91-FS-2015-28)

一、尾流的定义

尾流，是指飞行时，由于翼尖处上下表面的空气力压力差，产生一对绕着翼尖的闭合涡旋。尾流是飞机机翼升力的一个副产物，飞机从起飞离地到降落的整个过程中都会产生尾流。从飞机的后面看时，尾流涡旋是向外、向上，并环绕在翼尖周围。大型飞机测试表明，两侧涡旋保持略小于翼展的间隔，当飞机离地高度大于其翼展时，尾流会随风漂移。

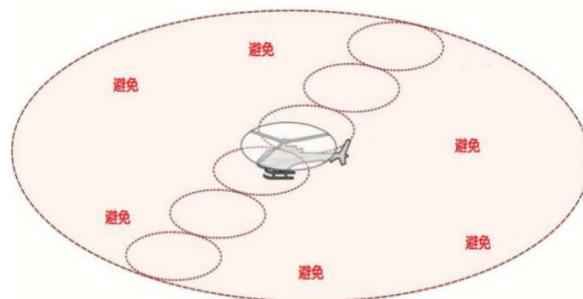
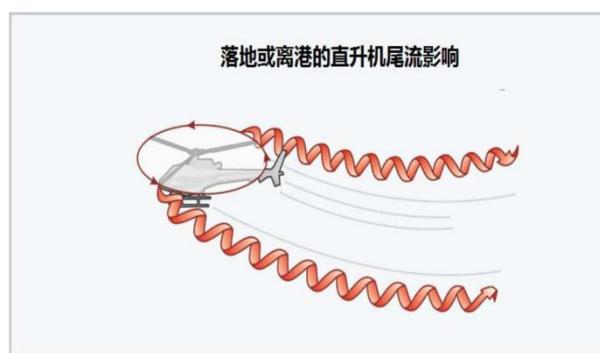
二、影响尾流强度的因素

尾流的强度由产生尾流的飞机重量、载荷因数、飞行速度、空气密度、翼展长度和机翼形状所决定，其中最主要的是飞机的重量和速度。

尾流强度与飞机重量和载荷因数成正比，与飞行速度成反比。尾流强度与飞机重量和载荷因数成正比，与飞行速度、空气密度和翼展长度成反比。襟翼或增升装置的使用将改变飞机的尾流强度，在其他条件不变时，飞机由光洁外形变化为其他构型时会使尾流衰减。最大的尾流强度发生在重量重、速度慢、光洁形态的飞机上。

三、直升机尾流

悬停的直升机会产生一个由主旋翼生成的下洗气流，该下洗气流可能产生高速向外延展的涡旋。下洗气流撞击地面后，向外延展的涡旋会具有类似于飞机生成的尾流的特性。航空器驾驶员应该避免在一架低高度悬停或慢速移动直升机的三倍桨盘直径范围内飞行。直升机在快速移动时，这种能量会转化为一对强度高、速度大的涡流，类似固定翼飞机的尾流，在离场和着陆的直升机后飞行的小型航空器驾驶员应对此有所警觉。



悬停或慢速悬停滑行直升机的三倍桨盘直径范围

样题：影响尾流强度的因素有哪些？

7.3.5 尾流

7.3.5.2 尾流间隔

备注：《尾流和平行跑道运行》
(AC-91-FS-2015-28)

空中交通管制员对接仪表飞行规则(IFR)飞行的飞机提供空中间隔，包括所需的尾流间隔。然而，如果航空器驾驶员接受目视跟随另一架临近飞机的指令时，意味着驾驶员有责任保持安全间隔并避免尾流。当管制员向驾驶员发出“保持目视间隔”指令时，如果其认为另一架飞机尾流会对驾驶员的飞行产生明显影响时，管制员通常会为驾驶员提供一个尾流警示信息，该信息包括产生影响飞机的位置、高度和航向并会随后附上“注意尾流”的短语。尾流警示信息发出后，管制员通常不提供其他额外的信息。但是，不管是否收到警示信息，驾驶员都应尽可能操纵飞机调整飞行轨迹以避免尾流的影响。当驾驶员对与前机的尾流间隔存在任何质疑时，应该询问管制员并要求更改间隔距离、航向、高度或地速。

同一跑道且非部分跑道起飞离场的尾流间隔和同一跑道进近着陆的尾流间隔，在侧风不大于3米/秒的情况下，非雷达间隔的尾流间隔分别如表1和表2所示。

当两条平行跑道的间距小于760米(2500英尺)，平行跑道离场航空器的放行间隔应当按照为同一条跑道规定的放行间隔执行。

后机 前机	A380	重型	中型	轻型
A380-800	无	2分钟	3分钟	3分钟
重型	无	无	2分钟	2分钟
中型	无	无	无	2分钟

表1：起飞离场非雷达间隔的尾流间隔

后机 前机	A380	重型	中型	轻型
A380-800	无	无	3分钟	4分钟
重型	无	无	2分钟	3分钟
中型	无	无	无	3分钟

表2：进近着陆非雷达间隔的尾流间隔

样题：目视进近时，谁负责保持安全间隔并避免尾流？

7.3.6 直升机防撞线飞行注意事项	备注: Robinson SN-16 IB-FS-2015-03
---------------------------	-------------------------------------

一、直升机防撞线飞行员应注意事项

电线与电缆对直升机来讲十分危险，直升机误撞上电线/电缆或其他障碍物是迄今为止直升机致命事故的头号原因。飞行员必须高度警惕，谨防直升机撞线事故的发生。直升机防撞线应注意事项如下：

1. 及时观察附近所存在的电线塔，判断附近可能存在的电线及走向，注意防撞。
2. 当直升机穿越电线附近区域时，要保证直升机高度高于电线塔高度，穿越电线或电塔。
3. 在可见的电线或电缆的上方通常有肉眼难以发现的、更细的接地带，要注意防撞。
4. 观察到航路附近有电线塔时，要持续观测高于航路两侧的地形障碍。
5. 除了起飞和着陆以外，始终要保持 500 英尺的离地高度。通过这种方式可以基本上避开那些导致致命事故的主要原因。

二、直升机可安装机载防撞线设备防范撞线

直升机超低空作业时需要在不同的能见度下进行近地飞行，因此无法完全消除由于线缆及其他障碍物而带来的危害。不过通过对直升机系统进行改装以提升直升机对上述有害环境的耐受力，能够有效降低其所带来的危害。目前多种设备可以在直升机接近电线时，向飞行员发出告警或提供主动防护，目前国际和国内主要应用的几种设备如下表所示：

系统	组成	优点	缺点	应用状况
飞行报警系统 FLARM	全球定位系统，飞行报警装置	在所有气候条件和夜晚都非常有效	对于一些级别的飞机操作台而言，装载这种系统需要得到批准	超过 2500 台在使用，瑞士，奥地利和德国。
撞线防护系统 (WSPS)	多个切割器	安装简单	以小于 60° 的角度撞线，无法切割；速度超过 30 节才起作用	
电力线缆检测器	由安装于驾驶舱内的电子单元和安装于机身上的鞭状天线组成	在所有气候条件和夜晚都非常有效	无法检测牵索、电流微弱的电话线以及未通电的电力线缆；无法告知电线与飞机的相对参考方向	
障碍物感知系统雷达	雷达（电子箱和传感器）	在雨雾环境中仍旧有效	无法检测飞机后方或正上方的物体	美国，欧洲
激光障碍物感知系统	由安装于机身上的扫描头和驾驶舱内的电子控制箱组成	能够指向飞行员想要探测的方向	成本高；重量重	
可视激光雷达显示器	激光雷达	恶劣的气候（雨雪）条件下有效	成本高；重量重	加拿大，德国，美国
近地警告系统 EGPWS	GPS 天线和近地告警系统计算机单元	能够告知飞行员向哪个方向飞才能避免撞上障碍物	数据库需定期更新	北美洲

样题：除起飞和着陆，直升机防撞线应至少保持多少的离地高度？

7.4.1 ADS 监视分类及原理	备注:
<p>自动相关监视（ADS）是航空数据链的一种应用，目前分为 ADS-A、ADS-B、ADS-C。ADS-A 和 ADS-C 是等同的概念。ADS-A（自动相关监视—寻址式）是 Automatic Dependent Surveillance-Addressed 的简称，ADS-C（自动相关监视—合同式）是 Automatic Dependent Surveillance-Contract 的简称。</p> <p>ADS-B 是广播式自动相关监视的英文缩写，它主要实施空对空监视。装备了 ADS-B 的航空器可通过数据链广播其自身的精确位置和其它数据(如速度、高度及航空器是否转弯、爬升或下降等)。ADS-B 接收机与空管系统、其它航空器的机载 ADS-B 结合起来，在空地都能提供精确、实时的冲突信息。</p>	
样题：简述什么是ADS-B？	

7.5.1 直升机载货飞行

备注:

直升机载货飞行要考虑地板表面强度，控制货物总重量，合理摆放并固定好货物，从而使直升机的重心处于适当的范围之内，这样既有利于飞行员操纵，又能在飞行过程中保持基本的平衡状态。

在直升机滑行或起飞前，机长须确保客、货舱内行李和货物已固定好，机长对行李和货物的装载安全负责，装载应按照机长的指示或监视下进行。机长应当确保货物装载符合下列要求：

1. 所有的行李、货物固定牢固；
2. 货物重量不超过地板结构的载荷限制；
3. 货物位置不妨碍正常和应急出口；
4. 货物位置不影响驾驶员对客、货舱的灭火。

样题：直升机货物运输有哪些注意事项？

<h3>8.1.1 空气动力学基础</h3> <h4>8.1.1.1 国际标准大气</h4> <p>一、国际标准大气（ISA）定义和规定 国际标准大气（简称ISA），就是人为规定一个不变的大气环境，包括大气温度、密度、气压等随高度的变化关系，得出统一的数据，作为计算和试验飞行器的统一标准。 国际标准大气参数： 海平面高度为0，称为ISA标准海平面； 海平面气压为29.92inHg或1013.2hPa； 海平面气温为15°C或59°F； 对流层高度为11km，在对流层内标准温度递减率为，每增加1000m温度递减6.5°C，或每增加1000ft温度递减2°C。11000米对应的标准大气温度为-56.5°C。</p> <p>二、ISA偏差计算 ISA偏差是指某处实际温度与ISA标准温度的差值。 例：某机场场温20°C，机场压力高度为2000ft，求：机场高度处ISA偏差。 解：压力高度为2000ft处ISA标准温度应为： $T_{\text{标准}} = 15^{\circ}\text{C} - 2^{\circ}\text{C}/1000\text{ft} \times 2000\text{ft} = 11^{\circ}\text{C}$ 实际温度为： $T_{\text{实际}} = 20^{\circ}\text{C}$， $\text{ISA偏差} = T_{\text{实际}} - T_{\text{标准}} = 20^{\circ}\text{C} - 11^{\circ}\text{C} = +9^{\circ}\text{C}$ 表示为：ISA+9°C</p>	备注：
样题：压力高度为 4000ft，该高度处实际气温为 6°C，求该高度处 ISA 偏差？	

8.1.1 空气动力学基础	
8.1.1.2 流体的模型化	备注:
<p>常用的流体模型有理想流体、不可压缩流体和绝热流体。</p> <p>一、理想流体</p> <p>理想流体又称为无黏流体，是忽略流体黏性作用的流体，不考虑黏性、热传导、质量扩散等扩散特性。</p> <p>二、不可压缩流体</p> <p>不可压缩流体是指忽略流体密度的变化，认为其密度为常量的流体。</p> <p>三、绝热流体</p> <p>不考虑热传导的流体，称为绝热流体。</p> <p>对于低速，以上三种模型都成立。</p>	
样题：常见的流体模型包括哪些？	

8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.3 相对气流

相对气流是空气相对物体的运动。相对气流方向与物体运动方向相反，大小与物体运动速度大小相等。航空器在飞行中产生的相对气流方向与飞行速度方向相反。航空器爬升时，相对气流方向斜向下，航空器下降飞行时，相对气流方向斜向上。

样题：相对气流方向怎么判断？

8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.4 流线、流线谱**一、流线**

流线是流场中的一条空间曲线，在该曲线上每点的流体微团的速度与曲线在该点的切线重合。流线是为了描述流体运动而引入的一条假想曲线。在定常流（流动参数如速度、压力、温度、密度等不随时间变化）中，流体微团的运动轨迹与流线重合。

流线具有以下几个方面的特点：

- 1.流线上每一点的流体微团速度与曲线在该点的切线重合；
- 2.同一时刻的不同流线，不能相交；
- 3.流线不能是折线，而是一条光滑的曲线；
- 4.流线间的疏密反映了流速的大小，流线密集的地方流速大，稀疏的地方流速小。

二、流线谱

流线谱是所有流线的集合，反映了流体流过物体时的流动情况。流线谱的形状主要由物体的外形特征及物体与流体的相对位置决定。

流线谱的一些特点：

- 1.物体的形状不同，流线谱不同；并且物体与空气的相对位置（迎角）不同，流线谱也不同；
- 2.气流受阻，流线间的间距增大，流线变稀疏；气流流过物体外凸处或受挤压，流线间的间距减小，流线变密集；
- 3.气流流过物体时，在物体的后部都要形成涡流区；
- 4.流线谱的形状与流速大小无关。

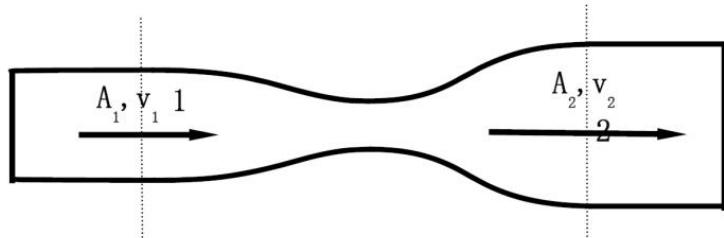
样题：流线谱的特点是什么？

8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.5 低速连续性方程

连续性定理是质量守恒定律在空气动力学中的运用。



单位时间内

$$\text{流过截面1的流体体积} = V_1 \times A_1$$

$$\text{流过截面1的流体质量} = \rho_1 \times V_1 \times A_1$$

$$\text{同理可得流过截面2的流体质量} = \rho_2 \times V_2 \times A_2$$

则根据质量守恒定律可得

$$V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2 = C_{\text{常数}}$$

结论：对于低速流动，空气流过一流管时，流速大小与截面积成反比。流管收缩，流速增大；流管扩张，流速减慢。

样题：如果低速流管由粗变细，则流体的流速怎么变化？

8.1.1 空气动力学基础

备注:

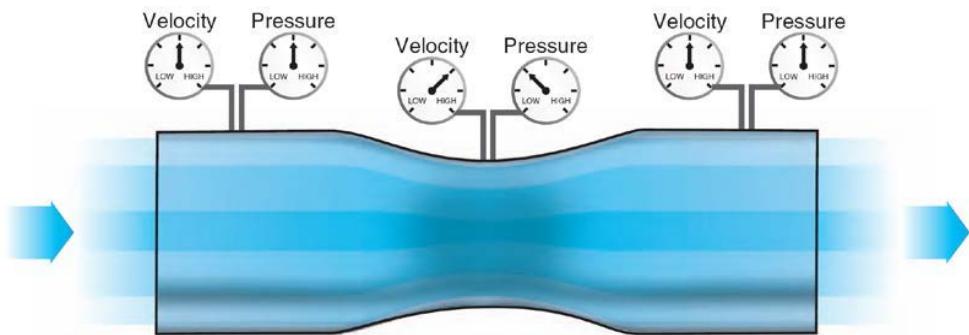
8.1.1.6 低速伯努利方程

伯努利定理是能量守恒定律在空气动力学中的应用。

伯努利定理的表达式:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = P_0$$

即: 动压+静压=全压



结论: 在稳定气流中, 在同一流管的任意截面上, 空气的动压和静压之和保持不变。动压大, 则静压小; 动压小, 则静压大。即流速大, 压力小; 流速小, 压力大, 压力增大到总压值。

伯努利定理适用条件:

1. 气流是连续、稳定的;
2. 流动的空气与外界没有能量交换, 即空气是绝热的;
3. 空气没有粘性, 即空气为理想流体;
4. 空气密度不变, 即空气为不可压缩流。

样题: 根据伯努利定理, 气流速度变化, 气流压强怎样变化?

8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.7 空速管的测速原理

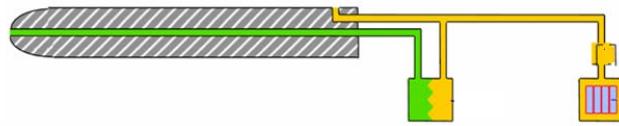
空速表是测量和显示航空器相对周围空气运动速度的仪表，它基于伯努利定理来测量空速。

根据伯努利方程，可得

$$\frac{1}{2} \rho V^2 = P_0 - P$$

得到

$$V = \sqrt{\frac{2(P_0 - P)}{\rho}}$$



空速管

样题：简述空速管测速原理。

8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.8 翼型

翼型研究的是机翼的剖面形状。常用的翼型参数。

1.弦长

2.相对厚度

相对厚度大，表示翼型厚；相对厚度小表示翼型薄。

3.相对厚度位置

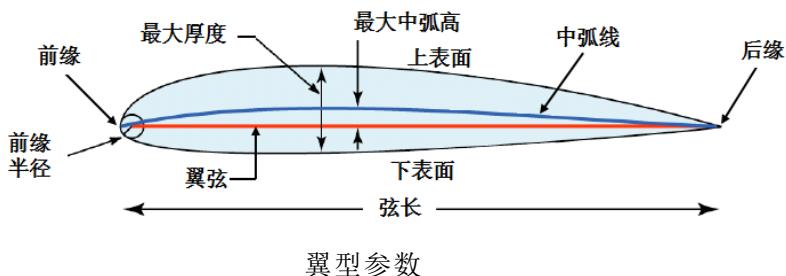
最大厚度位置大，表示翼型最大厚度靠后；最大厚度位置小，表示翼型最大厚度靠前。

4.相对弯度

相对弯度大，表示翼型弯曲度大；相对弯度小，表示翼型弯曲度小。

5.前缘曲率半径

前缘曲率半径大，表示翼型前缘圆钝；前缘曲率半径小，表示翼型前缘尖锐。



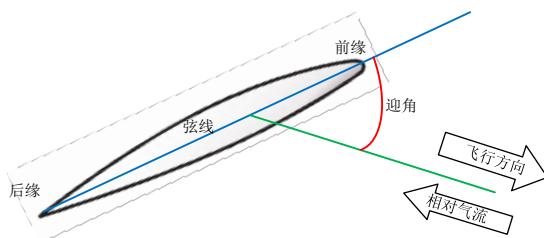
样题：表示翼型厚薄程度的参数是什么？

8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.9 迎角

迎角是相对气流与翼弦之间的夹角。相对气流从翼弦的下方吹来迎角为正，相对气流从翼弦的上方吹来迎角为负。



迎角

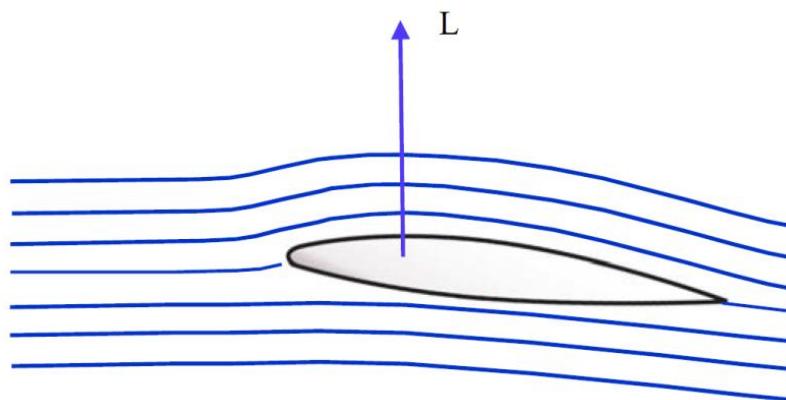
样题：怎么判断迎角的正负？

8.1.1 空气动力学基础**8.1.1.10 翼型升力的产生**

备注:

相对气流流到翼型的前缘，分成上、下两股，分别沿翼型的上、下表面流过，并在翼型的后缘汇合后向后流去。在翼型的上表面，由于正迎角和翼面外凸的影响，流管收缩，流速增大；而在翼型的下翼面，气流受阻，流管扩张，流速减慢。翼型的上、下翼面出现压力差，在垂直于相对气流方向的总压力差，就是翼型的升力。

升力的着力点，叫做压力中心。



翼型升力的产生

样题：翼型升力产生的原因？

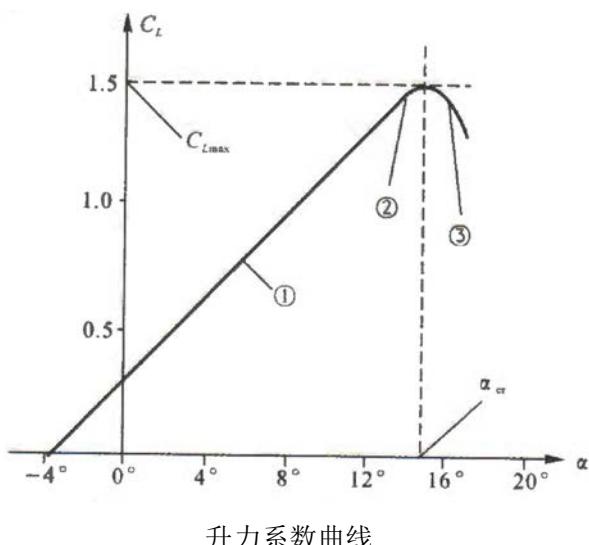
8.1.1 空气动力学基础

备注:

8.1.1.11 升力系数

一、升力系数随迎角的变化规律

升力系数的变化规律主要研究其随迎角的变化规律，称为升力系数曲线。



从升力系数曲线可以看出，升力系数 C_L 随迎角 α 的变化规律可分为三段：① 在中小迎角范围内，升力系数呈线性变化，即升力系数随迎角的增大线性增大；② 当迎角较大时，升力系数随迎角还在增大，但增长势头渐渐减缓，已呈非线性变化；③ 当迎角达到某个角度时，升力系数达最大值，超过这个角度后，升力系数随迎角增大而减小。

二、升力特性参数

1. 临界迎角

升力系数曲线最高点所对应的迎角就是临界迎角。

2. 最大升力系数

升力系数曲线最高点对应的升力系数就是最大升力系数。

3. 零升迎角

零升迎角是升力系数等于零时的迎角。

样题：简述升力系数随迎角的变化规律。

8.1.1 空气动力学基础

备注:

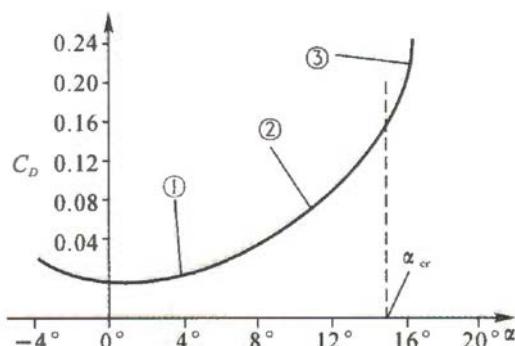
8.1.1.12 阻力

一、阻力的分类

在低速时，根据阻力的形成原因，可分为摩擦阻力、压差阻力、干扰阻力和诱导阻力。接触面积越大，摩擦阻力越大；物体表面越粗糙，摩擦阻力越大；紊流附面层的摩擦阻力比层流附面层的大。压差阻力是由于物体前后压力差而产生的阻力。迎风面积越大，压差阻力越大；迎角越大，压差阻力越大。把直升机各部分之间由于气流的相互干扰而产生的额外阻力，称为干扰阻力。诱导阻力的产生与翼尖涡和下洗流有关，与升力的产生有关。诱导阻力主要受到机翼形状（特别是机翼的平面形状）、展弦比、升力大小、速度的影响。展弦比大，诱导阻力小；升力大，诱导阻力大。

二、阻力系数随迎角的变化规律

阻力系数随迎角变化的曲线，称为阻力系数曲线。从图中可以看出，阻力系数随迎角的增大而增大，近似于开口向上的抛物线规律。



阻力系数曲线

从阻力系数曲线可以看出，阻力系数 C_D 随迎角 α 的变化规律可分为三段：①在中小迎角范围内，随迎角增大，阻力系数增加缓慢。这是因为，此时，机翼后缘气流分离较小，压差阻力小；并且此时飞行速度会较大，诱导阻力也小；此时，起主导作用的是摩擦阻力，迎角变化对其影响较小。②当迎角较大时，随迎角增大，阻力系数增加较快。这是因为，此时，机翼后缘气流分离较严重，压差阻力增大，并且此时飞行速度会较小，诱导阻力也增大；此时，起主导作用的是压差阻力和诱导阻力，迎角变化对它们影响较大。③在接近或超过临界迎角时，阻力系数会急剧增大。这是因为，此时气流分离严重，涡流区急剧扩大，压差阻力急剧增大，从而使阻力系数急剧增大。

三、阻力特性参数

1. 最小阻力系数。航空器飞行过程中不可能不存在阻力，阻力系数永远都大于零，但它存在一个最小值，称为最小阻力系数。最小阻力系数对应于某一个迎角，但不一定为零。

2. 零升阻力系数。零升阻力系数是指当升力系数为零时对应的阻力系数。零升阻力系数非常接近最小阻力系数，一般认为零升阻力系数等于最小阻力系数。

样题：阻力系数随迎角的变化规律

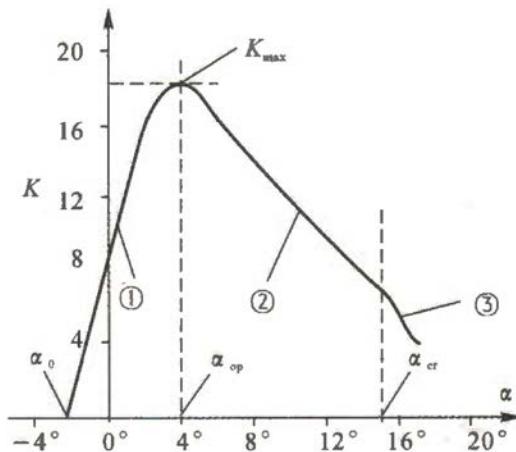
8.1.1 空气动力学基础

8.1.1.13 升阻比

备注:

升阻比是在同一迎角下，升力与阻力之比，用K表示。

升阻比曲线呈现了升阻比随迎角的变化规律。



升阻比曲线

从升阻比曲线可以看出，升阻比K随迎角 α 的变化规律可分为三段：①从零升迎角到有利迎角，升阻比随迎角增大而快速增大。这是因为，此时升力系数随迎角线性增加，而阻力系数缓慢增加，升阻比增大（分子增加快，分母增加慢），致使升阻比增大；达到有利迎角时，升阻比增至最大值。②超过有利迎角到临界迎角，升阻比随迎角增大而减小。这是因为，此时阻力系数随迎角的增加量超过升力系数的增加量（分子增加慢，分母增加快），致使升阻比减小。③超过临界迎角，升阻比随迎角增大而急剧减小。这是因为，升力系数随迎角不增反降，而阻力系数则随迎角急剧增大（分子减小，分母急剧增加），致使升阻比急剧下降。

样题：升阻比随迎角的变化规律

8.1.2 旋翼空气动力学

备注:

8.1.2.1 桨叶工作状态参数

一、桨叶安装角

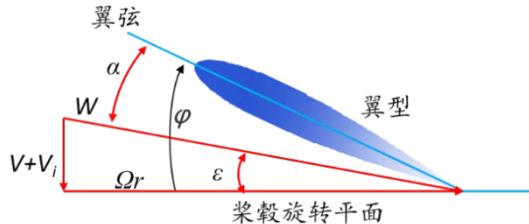
桨叶某一截面的翼弦与桨毂旋转平面之间的夹角叫桨叶在该截面的安装角，用 φ 表示。相对于桨毂旋转平面，桨叶前缘高于后缘， φ 为正。把特性截面（0.7倍桨叶半径处）处 $0.7R$ 的安装角叫做该桨叶的桨距。各片桨叶的桨距的平均值叫旋翼的总距，用 φ_7 表示。

二、桨叶迎角

桨叶旋转时，桨叶截面的相对气流合速度W与其翼弦之间的夹角，叫桨叶截面迎角，用 α 表示。把特性截面处的桨叶截面迎角叫做该桨叶的桨叶迎角。相对气流从弦线下方吹来，迎角为正。

三、桨叶入流角

相对气流合速度W与桨毂旋转平面之间的夹角叫入流角，用 ε 表示。 W 从上方吹向桨毂旋转平面， ε 为正；反之为负。



桨叶工作参数

样题：桨叶安装角、桨叶迎角和入流角的关系？

8.1.2 旋翼空气动力学

8.1.2.2 旋翼工作状态参数

备注:

一、旋翼直径 D 和半径 R

旋翼旋转时忽略挥舞，桨尖所画圆的直径，叫作旋翼直径，用 D 表示。旋翼半径 $R=D/2$ 。

二、桨盘面积

旋翼旋转时忽略挥舞，桨尖所画圆的面积叫作桨盘面积，用 A 表示。

$$A = \pi R^2$$

旋翼拉力的大小与桨盘面积成正比。

三、旋翼转速n和角速度Ω

旋翼每分钟旋转的圈数叫作旋翼转速，用 n 表示。角速度是以旋翼每秒钟所转过的弧度，用 Ω 表示，单位为弧度/秒。

$$\Omega = (\pi n) / 30$$

桨尖切线速度为 ΩR ，桨叶各切面的切向速度为 Ωr 。旋翼转速越大，桨尖速度越大。

四、旋翼迎角

直升机的相对气流同桨毂旋转平面之间的夹角称为旋翼迎角。如果气流自下而上吹向桨毂旋转平面，旋翼迎角为正；如果气流自上而下吹向桨毂旋转平面，旋翼迎角为负。



旋翼迎角

样题：怎么判断旋翼迎角的正负？

8.1.2 旋翼空气动力学

备注：

8.1.2.3 旋翼拉力

一、拉力的产生原理

旋翼旋转时，不断的拨动空气，给空气向下的作用力，推动空气加速流动。与此同时，空气就会给旋翼一个大小相等方向相反的反作用力，这就是旋翼产生的拉力。

二、拉力公式

旋翼拉力方向必垂直于桨盘平面，即与旋翼锥体轴线方向一致。

旋翼拉力的公式：

$$T = C_T \frac{1}{2} \rho (\Omega R)^2 (\pi R^2)$$

式中，

C_T ——拉力系数；

R ——旋翼半径；

Ω ——旋翼的旋转角速度。

三、影响拉力的因素

1. 旋翼转速

2. 空气密度

3. 桨叶迎角

4. 旋翼半径

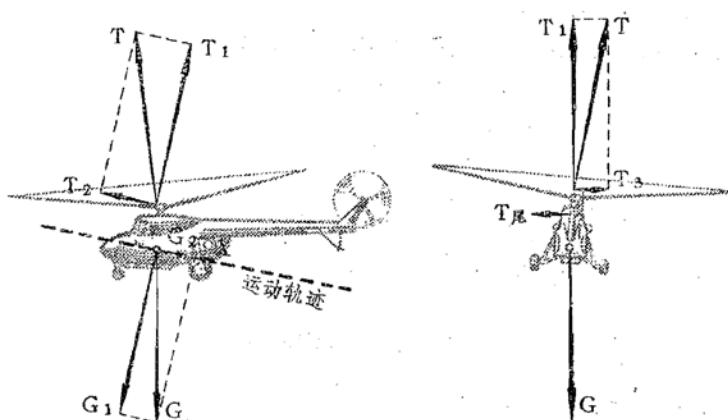
四、拉力的分解

为了分析问题的方便，将旋翼拉力分解为 T_1 、 T_2 和 T_3 。

拉力的第一分力 T_1 ，在铅垂面内并垂直于相对气流；

拉力第二分力 T_2 ，在铅垂面内平行于相对气流；

拉力第三分力 T_3 ，在水平面内与 T_1 、 T_2 形成右手坐标系。



前飞中旋翼拉力分力的分解

样题：简述旋翼产生拉力的影响因素。

8.1.2 旋翼空气动力学

8.1.2.4 直升机的阻力

备注:

直升机的阻力是指当直升机在产生拉力的同时，阻止直升机在大气中运动的力。它的方向与相对气流的方向相反。直升机的总阻力包括旋翼阻力和寄生阻力，其中旋翼阻力包括翼型阻力和诱导阻力。

一、翼型阻力

翼型阻力又分为摩擦阻力和压差阻力（型阻）组成。随着直升机速度增加，翼型阻力会越来越大。

二、旋翼诱导阻力

诱导阻力是由旋翼桨叶周围流动的气流在产生升力时产生的。在后缘和桨尖处，桨叶下方的高压区与桨叶上方的低压气流汇合，导致当桨叶产生升力时，每片桨叶的后面会产生漩涡或涡流，从而使桨叶附近的气流向下偏转，产生下洗气流，使得原来相对气流速度的方向发生变化，使得升力更加向后倾斜，此时在原来相对气流方向就出现了一个与运动方向相反的分力，即为诱导阻力。当直升机速度增加，桨叶旁的漩涡或涡流被甩到后面，诱导气流对直升机的影响也越来越小，即诱导阻力越来越小。

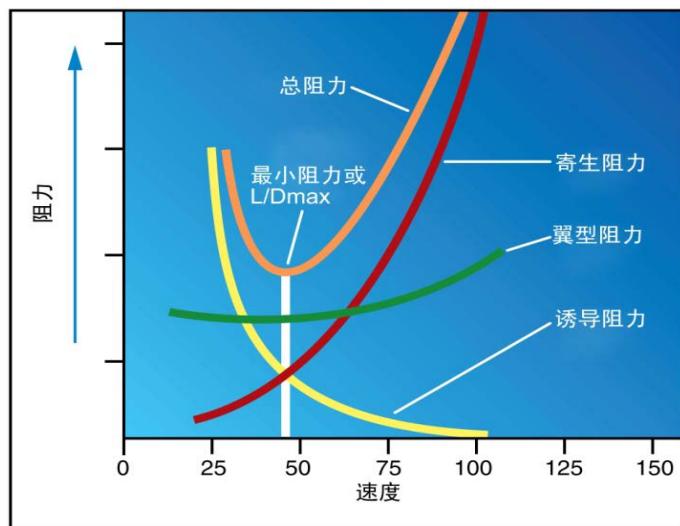
三、寄生阻力

只要直升机在大气中运动便伴随着寄生阻力。它是指机身、整流罩，起落架等随着直升机在大气中运动时给直升机带来的阻力。直升机的速度越大，寄生阻力越大。而且当直升机的速度继续增加时寄生阻力在直升机总阻力总所占比例会越来越大。

四、直升机总阻力随速度变化

如下图可知，当直升机速度达到某个固定值（不同机型该值不同）时，总阻力会达到最小，在该点上直升机的升阻比最大，最有利于其爬升高度。

三种阻力随直升机速度大小的变化如图：



直升机阻力随飞行速度的变化

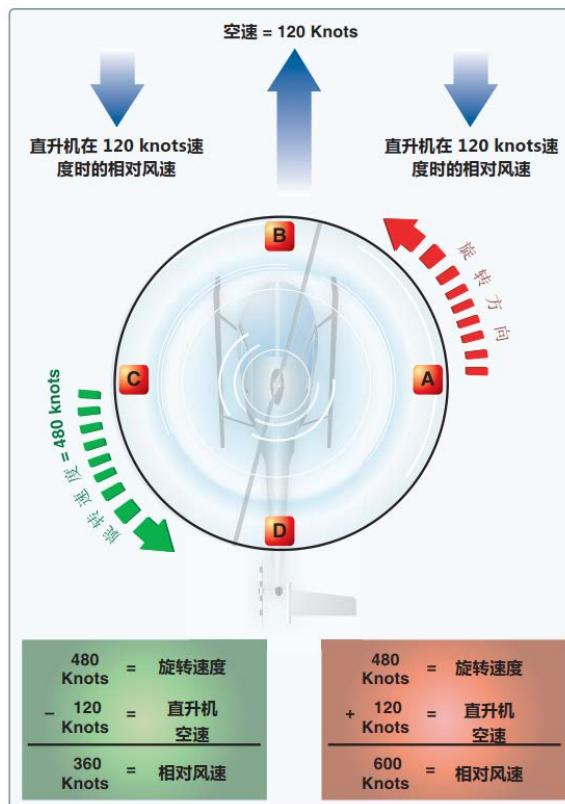
样题：直升机的阻力随速度的变化如何变化？

8.1.2 旋翼空气动力学

备注：

8.1.2.5 桨叶运动

一、前行桨叶和后行桨叶



前行桨叶：上图中D-A-B段为前行桨叶

后行桨叶：上图中B-C-D段为后行桨叶

二、直升机桨叶运动方式

1. 桨叶绕水平铰（挥舞铰）上下转动，称桨叶挥舞运动；

2. 桨叶绕垂直铰（摆振铰）前后摆动，称桨叶摆振运动；

只针对全铰型旋翼的直升机，如果桨叶摆振的频率与机身其它器部件的摆振频率相同时容易导致直升机地面共振。

3. 桨叶绕轴向铰（变距铰）转动，称桨叶变距。

三、旋翼锥体

为使直升机产生拉力，旋翼桨叶必须旋转。这样可以产生与旋翼系统旋转方向相反的相对气流。旋翼系统旋转产生离心力（惯性力），使桨叶拉向远离桨毂的方向。旋转速度增加，离心力就越大。垂直起飞时，桨叶同时受到向外垂直于旋翼轴的离心力和向上平行于旋翼轴的升力的共同作用，这两个力共同作用的结果使桨叶的旋转轨迹形成一个锥体，而不是保持在垂直于旋翼轴的平面内旋转。

样题：根据图例确定前行桨叶和后行桨叶。

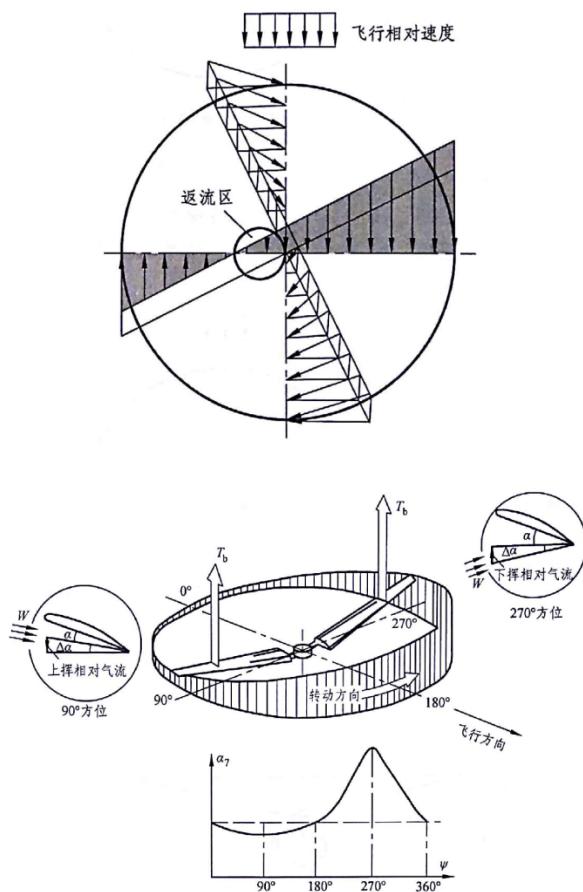
8.1.2 旋翼空气动力学

备注：

8.1.2.6 桨叶的挥舞运动

当直升机在空气中移动时，流经主旋翼桨盘的相对气流在前行桨叶一侧和后行桨叶一侧是不同的。前行桨叶遇到的相对气流因直升机的前飞速度而增加，作用在后行桨叶上的相对气流则因直升机的前飞速度而减小。因此，相对气流速度造成桨盘的前行桨叶一侧产生的升力大于后行桨叶一侧，这种情况定义为升力不对称。

旋翼周向气流的不对称，引起桨叶的挥舞。挥舞运动使桨叶在各个方位其拉力大致保持不变，进而消除拉力的不对称和横侧不平衡力矩。



桨叶挥舞时迎角的变化

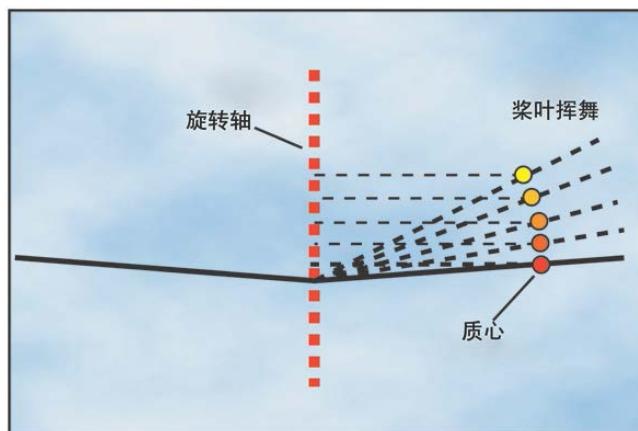
样题：简述桨叶挥舞的作用。

8.1.2 旋翼空气动力学

8.1.2.7 科里奥利效应

备注:

当旋翼桨叶向上挥舞时，桨叶的质心离旋转轴更近，此时桨叶会加速旋转，以保持角动量守恒。反之，当旋翼桨叶向下挥舞时，桨叶的质心离旋转轴更远，此时桨叶会减速旋转。旋翼桨叶的加速和减速旋转通常可通过摆振饺（阻尼饺）实现或由桨叶结构自身吸收。桨叶的摆振运动消除了桨根所受到科氏力矩的影响。



直升机的摆振

样题：简述桨叶摆振运动的作用。

8.1.2 旋翼空气动力学

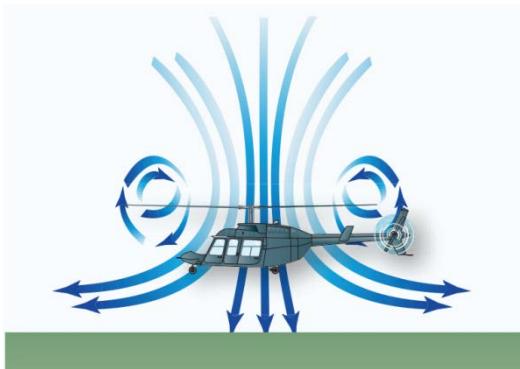
备注:

8.1.2.8 地面效应

当直升机在距地面高度低于旋翼直径的高度运行时，由于地面对气流的阻碍作用，使得作用在直升机上的空气动力和力矩发生变化的特性叫做地面效应。在其他条件不变的情况下，地面效应越强，升力越大。

主要影响因素：

1. 离地高度。高度越低，地面效应作用越强；当离地高度超过旋翼直径时，不考虑地面效应的影响。
2. 场地条件。场地条件不同，地面效应的影响不同。坚硬并且光滑的场地地面效应更大，表面松软不光滑（如：沙地、水面、草地等）影响地面效应。



处于地面效应区 (IGE)



脱离地面效应区 (OGE)

样题：什么样的场地直升机的地面效应较大？

8.1.2 旋翼空气动力学

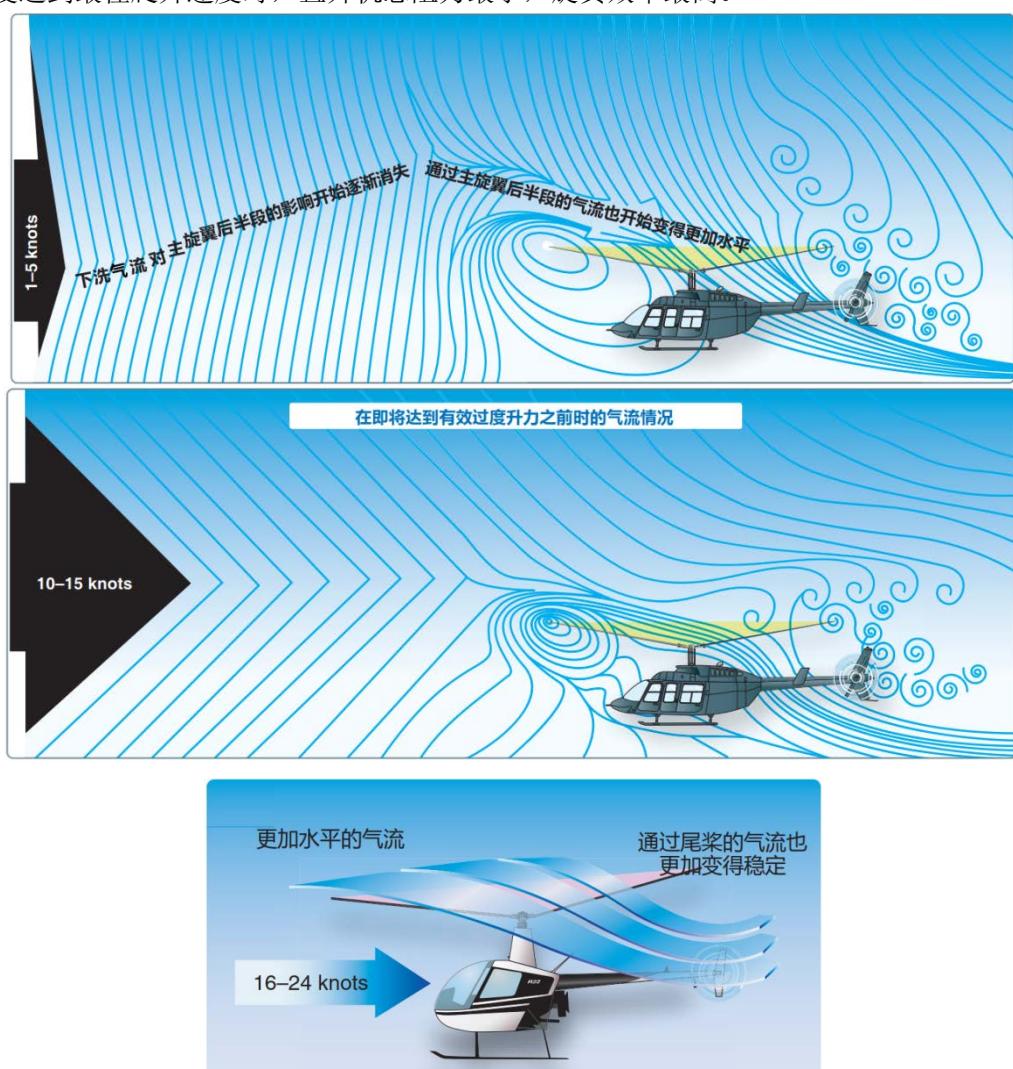
8.1.2.9 过渡升力和有效过渡升力

备注:

当直升机速度在0-15海里每小时速度范围飞行时，直升机处于旋翼自身产生的涡流区内，随着速度的增加，流经旋翼的气流逐渐变得水平，旋翼效率逐渐增加，由此导致的升力增加的现象，称为过渡升力效应。

当直升机的空速达到约16至24海里每小时，流经旋翼的水平方向气流会显著增加，当通过这个速度范围时，旋翼会移出的自己产生的涡流，进入相对平稳且方向更为水平的气流，从而使得诱导气流和诱导阻力减小，旋翼迎角明显增加，过渡升力显著增加，在此速度范围内，过渡升力显著增加的现象称为有效过渡升力效应。

当直升机超过有效过渡升力效应范围外时，旋翼效率随着速度增大逐渐继续增加，当速度达到最佳爬升速度时，直升机总阻力最小，旋翼效率最高。



过渡升力和有效过渡升力

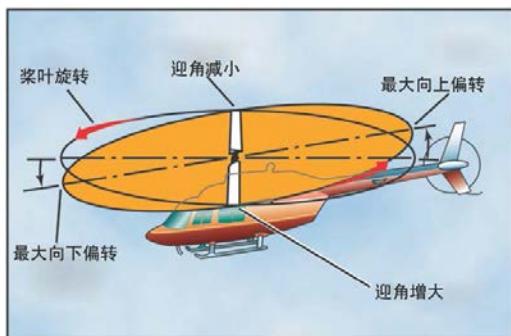
样题：直升机达到过渡速度后升力将如何变化？

8.1.2 旋翼空气动力学

备注:

8.1.2.10 陀螺的进动性

直升机旋翼桨盘的运动符合陀螺的进动性原理。在旋转的陀螺的某个点上施加一个力，在该陀螺旋转方向的90度以后这个力的作用会体现的最大，这种现象即陀螺的进动性原理。如图所示：



陀螺的进动性

以两片桨叶的旋翼系统为例说明陀螺进动对桨尖轨迹面的运动的影响。移动驾驶杆，增加一片桨叶的迎角，使作用在旋转面相应点上的升力增加。移动驾驶杆同时以相同量减小了另一片桨叶的迎角，使作用在旋转面相应点上的升力减小。迎角增加的桨叶具有向上挥舞的趋势；迎角减小的桨叶具有向下挥舞的趋势。因为旋翼桨盘的运动像一个陀螺，桨叶在旋转面内受到扰动后约 90°处达到最大偏转。如图所示，后行桨叶迎角增加，前行桨叶迎角减小，导致桨尖轨迹面向前倾斜，因为最大偏转发生在 90°之后，即桨叶分别到达最后和最前时。

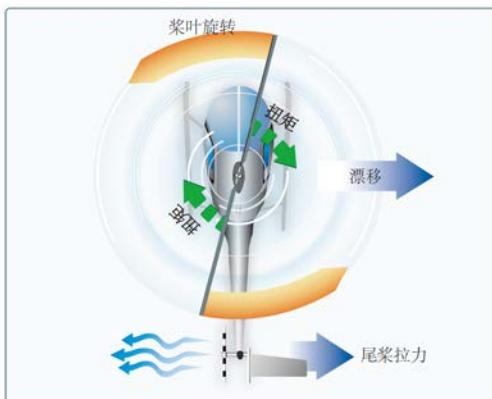
样题：陀螺进动性原理在直升机旋翼上是怎么体现的？

8.1.2 旋翼空气动力学

备注：

8.1.2.11 直升机横向漂移

直升机尾桨产生的力是为了克服主旋翼转动产生的反作用力矩，但是与此同时尾旋翼产生的力已经足够使直升机产生位移。该现象称为直升机的横向漂移，如图所示。



直升机横向漂移

为了克服这种横向的漂移，大多数直升机设计时旋翼主轴是向旋翼旋转方向一侧倾斜的。

样题：为什么大部分直升机旋翼主轴要倾斜安装？

8.2.1 直升机的重心

备注:

8.2.1.1 重心的概念

直升机各部件、燃油、货物、成员等重力的合力，叫做直升机的重力。直升机重力的着力点，叫做直升机的重心。重力着力点的所在位置，叫做重心位置。

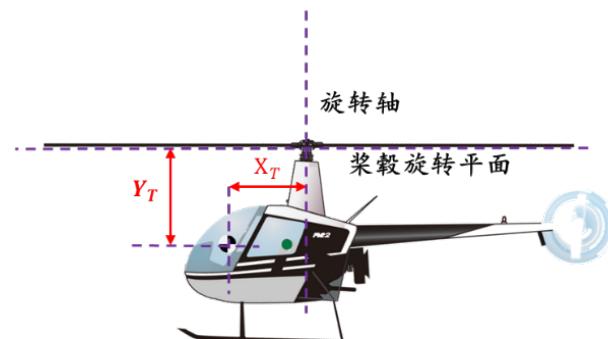
直升机的平衡、稳定性和操纵性，与重心位置有密切的关系。直升机装载后，其重心位置是否合适，将直接影响飞行状态的保持和性能的发挥。货物的装载位置、燃油的消耗、人员的搭乘等都会改变重心位置。

直升机重心的前后位置：用重心到桨毂旋转轴的距离 X_T 来表示。

重心在前表示正值，反之为负值。

直升机重心的上下位置：以重心到桨毂旋转平面的距离 Y_T 表示。

重心在上表示正值，反之为负值。



直升机的重心

样题：怎么判断重心前后的正负？

8.2.1 直升机的重心

备注:

8.2.1.2 机体坐标系

原点位于直升机的重心；

纵轴（X） - 位于直升机对称面内，通过直升机重心平行于机身轴，向前为正。

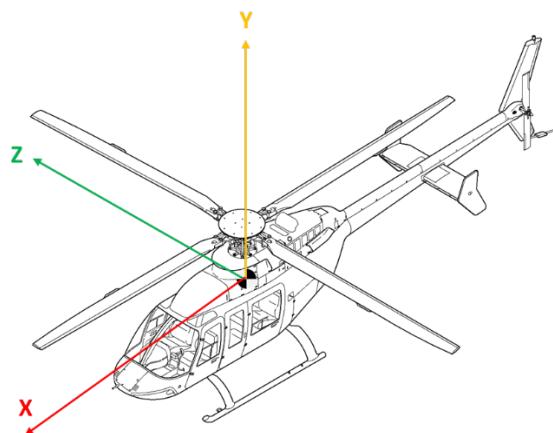
立轴（Y） - 位于直升机对称面内，通过直升机重心与纵轴垂直，向上为正。

横轴（Z） - 通过直升机重心，与纵轴、立轴垂直，向右为正。

纵轴与水平面之间的夹角叫做俯仰角，用 θ 表示。纵轴偏向水平面上方，其夹角为仰角；偏向水平面下方，其夹角为俯角。

直升机对称面与纵轴所在的铅垂面之间的夹角叫做坡度，用 γ 表示。

直升机绕纵轴转动称为滚转，绕立轴转动称为偏转，绕横轴转动称为俯仰转动。绕各轴转动的角速度分别称为滚转角速度、偏转角速度和俯仰角速度。



机体坐标系

样题：简述俯仰角的定义。

8.2.2 直升机的平衡

备注:

8.2.2.1 平衡的概念

直升机的平衡是指作用于直升机的各力、各力矩之和等于零。此时，直升机的飞行速度和方向都能保持不变。直升机的平衡包括力的平衡和力矩的平衡。

直升机的力矩平衡包括：俯仰平衡、方向平衡和横侧平衡。

样题：简述平衡的概念。

8.2.2 直升机的平衡

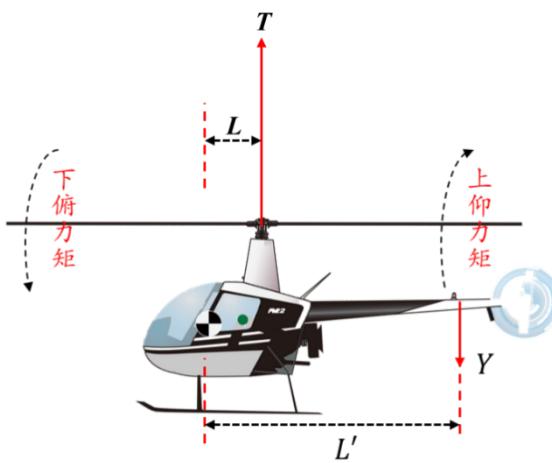
备注:

8.2.2.2 直升机俯仰平衡

直升机的俯仰平衡是指直升机绕横轴转动的俯仰力矩之和为零。直升机俯仰平衡时，不绕横轴转动。

作用于直升机的俯仰力矩主要包括：旋翼拉力产生的力矩、水平安定面的升力绕横轴形成的力矩、机身力矩和尾桨的反作用力矩等。

保持俯仰平衡的条件为各俯仰力矩之和等于零。



直升机俯仰平衡

样题：简述直升机俯仰平衡的条件。

8.2.2 直升机的平衡

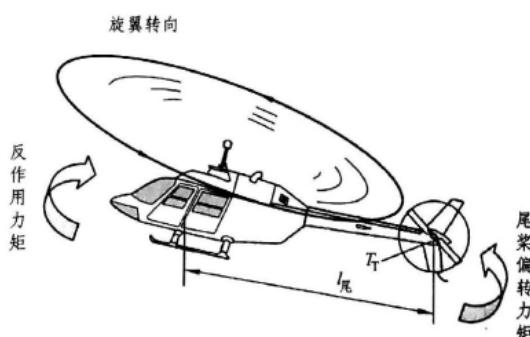
备注:

8.2.2.3 直升机方向平衡

直升机的方向平衡是指直升机绕立轴转动的偏转力矩之和为零。直升机方向平衡时，不绕立轴转动或者作等角速度的转动。

直升机绕立轴运动主要受到旋翼反作用力矩和尾桨偏转力矩的作用。

保持方向平衡的条件为各偏转力矩之和等于零。



直升机方向平衡

样题：简述直升机方向平衡的条件。

8.2.2 直升机的平衡

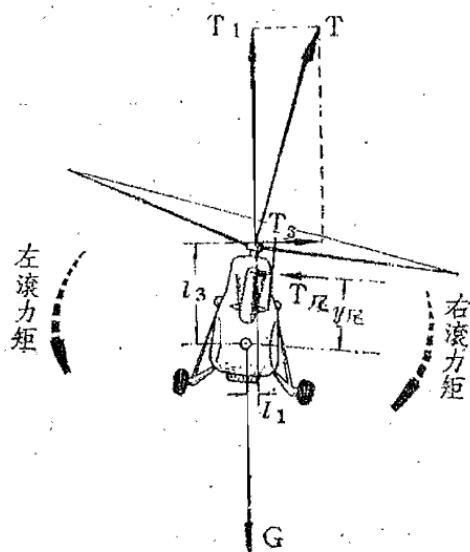
备注:

8.2.2.4 直升机横侧平衡

直升机的横侧平衡是指直升机绕纵轴转动的滚转力矩之和为零。直升机横侧平衡时，不绕纵轴转动。

直升机绕纵轴运动主要受到旋翼拉力和尾桨拉力的滚转力矩的作用。

保持横侧平衡的条件为各滚转力矩之和等于零。



直升机横侧平衡

样题：简述直升机横侧平衡的条件。

8.2.2 直升机的平衡

备注:

8.2.2.5 重心对直升机平衡的影响

直升机重心的位置前后移动时，会引起旋翼拉力至重心的距离 (L_T) 以及水平安定面升力 ($Y_{\text{安}}$) 至重心的距离 ($L_{\text{安}}$) 发生变化，影响直升机的俯仰平衡。当重心位置后移时， L_T 和 $L_{\text{安}}$ 将缩短。虽然二者变化的数值大小相等，但由于 $L_{\text{安}}$ 比 L_T 大很多， L_T 减小的百分比也就大很多，因此下俯力矩减小的多，上仰力矩减小的少，于是直升机将上仰。

同理，直升机重心前移，直升机下俯。

直升机重心的前后移动会引起尾桨所产生的偏转力矩发生改变，进而影响其方向平衡。

样题：直升机重心前移，会引起直升机上仰还是下俯？

8.2.3 直升机的稳定性

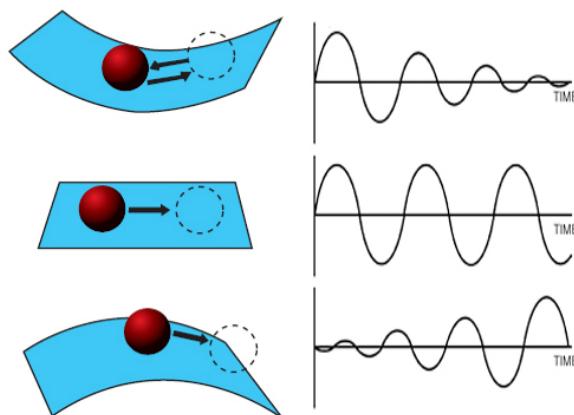
备注:

8.2.3.1 稳定性的概念

飞行中，直升机受到小扰动的作用偏离了平衡位置，在扰动消失后，如果能够自动恢复原来平衡状态，这说明直升机具有稳定性，或者说是稳定的。反之，则说明是不稳定的。直升机的稳定性是随着飞行状态不同而变化的。

稳定力矩的作用是力图使物体回到原平衡状态，所以稳定力矩是稳定性的必要条件。但是，只有稳定力矩而没有阻尼力矩也不行。如果没有阻尼力矩，物体将在平衡位置处来回不停的摆动，有了阻尼力矩才能使物体的摆幅逐渐减小，最终在平衡位置上停下来。也就是说，只有在稳定力矩和阻尼力矩的共同作用下，才能充分保证物体具有稳定性。

通常将稳定性分为静稳定性和动稳定性。如果物体在外界瞬时扰动的作用下偏离平衡状态，在最初瞬间所产生的的是稳定力矩，使物体具有自动恢复到原来平衡状态的趋势，则称物体具有静稳定性；如果既没有恢复的趋势也没有扰动扩大的趋势，则称物体具有中立静稳定性；如果扰动扩大，则物体不具有静稳定性（或称静不稳定）。所以，静稳定性是研究物体受扰动后的最初响应问题。静稳定性只表明物体在受外界扰动后的最初瞬间是否有自动恢复到原来平衡状态的趋势，并不能说明物体整个稳定的过程，即能否恢复到原来的平衡位置。



系统的稳定性

如果运动物体在平衡状态下受到瞬时扰动，经过一段时间响应之后，最终物体能恢复到原来的运动状态，则称物体具有动稳定性；否则，称物体动不稳定。动稳定性研究的是扰动运动过程中是否出现阻尼力矩，最终使物体回到原来的平衡位置。如果出现阻尼力矩，使物体的摆幅逐渐减小，成物体是动稳定的。如果在扰动过程中，物体的摆幅偏离原平衡位置越大，则称为负的动稳定或动不稳定。动稳定性研究物体受扰运动的时间响应历程。

样题：系统具有稳定性的必要条件是什么？

8.2.3 直升机的稳定性

备注:

8.2.3.2 直升飞在前飞中的稳定性**一、俯仰稳定性**

飞行中，直升机受到小扰动偏离俯仰平衡状态，当扰动消失后，如能自动恢复原来俯仰平衡状态，就具有俯仰稳定性。

直升机的俯仰稳定力矩主要由水平安定面产生；

直升机的俯仰阻尼力矩主要由旋翼产生，此外，水平安定面、机身等也能会产生俯仰阻尼力矩。

在俯仰稳定力矩和俯仰阻尼力矩的共同作用下，直升机有可能恢复到原来的俯仰平衡状态。

二、方向稳定性

飞行中，直升机受到小扰动偏离方向平衡状态，当扰动消失后，如能自动恢复原来方向平衡状态，就具有方向稳定性。

直升机的方向稳定力矩和方向阻尼力矩主要由垂直安定面和尾桨产生；直升机在偏转过程中，尾桨、机身等也能产生方向阻尼力矩，减小直升机的方向摆动。

在方向稳定力矩和方向阻尼力矩的共同作用下，直升机有可能恢复到原来的方向平衡状态。

三、横侧稳定性

飞行中，直升机受到小扰动偏离横侧平衡状态，当扰动消失后，如能自动恢复原来横侧平衡状态，就具有横侧稳定性。

飞行中直升机的横侧平衡因扰动被破坏后，不易自动恢复，必须通过飞行员操纵才能保持横侧平衡。在直升机横侧平衡被破坏后的滚转中，旋翼和尾桨都能产生较大的横侧阻尼力矩。此时直升机虽不易自动恢复原来横侧平衡状态，但由于阻尼力矩较大，也不致使直升机过快、过多的偏离原来横侧平衡状态，只要飞行员及时修正，横侧平衡还是容易保持。

在飞行中，直升机有一定的稳定性，能够帮助飞行员保持其平衡状态，但是飞行员不能完全依赖它，应审时度势、积极主动的实施操纵，保持好既定的飞行状态。这对直升机来说，尤为重要。

直升机以较大速度飞行时，虽然稳定性比悬停好些，但直升机受扰动呈现摆动后，摆动消除需要一段时间，为了能迅速及时的恢复直升机的飞行状态，飞行员应及时加以修正。

样题：俯仰稳定力矩和阻力力矩主要由什么产生？

8.2.3 直升机的稳定性

备注:

8.2.3.3 直升机在悬停时的稳定性

在悬停时，直升机的飞行速度为零，其水平安定面和尾桨都失去了产生稳定力矩的条件。因此，直升机的俯仰、方向和横侧都是不稳定的。

直升机的稳定性比一般飞机差，特别是在悬停状态，稳定性更差。直升机受到扰动以致俯仰或横侧平衡状态发生变化时，将会偏离原来平衡状态出现往返摆动。飞行员必须在摆动尚未扩大时，及时加以修正，以免直升机偏离原来状态过多。

样题：直升机悬停时稳定性特点？

8.2.4 直升机的操纵性

备注:

8.2.4.1 操纵性的概念

直升机的操纵性是指飞行员在操纵直升机的杆、舵和油门变距杆后，改变飞行状态的特性。

飞行员操纵后，直升机飞行状态的改变，是作用于直升机的操纵力和操纵力矩与其他力和力矩共同作用的结果。

样题：简述直升机操纵性的概念。

8.2.4 直升机的操纵性 8.2.4.2 直升机主要操纵机构的工作原理	备注：
<p>一、总距杆的操纵</p> <p>操纵总距杆以改变旋翼拉力的大小，是保持直升机的高度和改变直升机升降率的主要方法。飞行员上提总距杆，旋翼总距增大，拉力增大；反之，飞行员下放总距杆，拉力也随之减小。</p> <p>二、驾驶杆的操纵</p> <p>操纵驾驶杆时，通过操纵系统的拉杆摇臂使自动倾斜器的内、外环向相应的方向倾斜。此时，随着旋翼的旋转，各片桨叶的安装角出现周期性的变化，旋翼锥体和拉力向驾驶杆的倾斜方向倾斜。</p> <p>三、脚蹬的操纵</p> <p>飞行员操纵脚蹬后，通过操纵系统的拉杆、摇臂和钢索等中间构件，可使尾桨各桨叶的安装角同时改变，以改变尾桨拉力的大小。尾桨桨叶安装角增大，尾桨拉力增大；安装角减小，拉力减小。通过改变尾桨拉力的大小，来保持或改变直升机的方向。</p>	

样题：飞行员上提总距杆，旋翼拉力如何变化？

8.2.4 直升机的操纵性

备注:

8.2.4.3 直升机操纵性的特点

由于直升机构造上的特点，它的平衡、稳定性和操纵性与一般的固定翼飞机相比有较大的不同。构成的不同使得其操纵规律有如下特点：

1. 直升机的稳定性差；
2. 操纵动作需要柔和协调，少量多次，往复修正。

样题：直升机的操纵特点有哪些？

8.2.4 直升机的操纵性

备注:

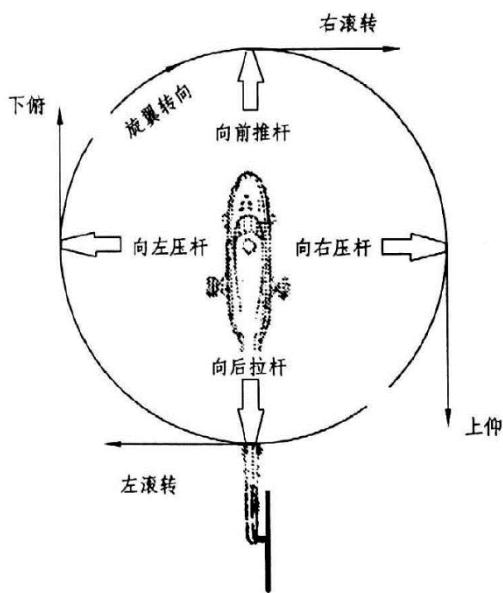
8.2.4.4 影响直升机操纵性的因素

一、重心的影响

直升机的重心和重心移动范围都有严格的限制，否则会给操纵性带来困难。所以，直升机在运行和人、货物装载时，为了保证正常的操纵性，必须保持规定的重心。

二、陀螺效应的影响

操纵还必须考虑到旋翼的陀螺效应对飞行状态的影响，当操纵驾驶杆时，旋翼的陀螺效应使直升机产生进动作用，可以采用下图所示的方法判断方向。圆弧箭头表示旋翼旋转方向，圆内的空心箭头表示飞行操纵驾驶杆的方向，圆上的箭头表示进动作用对直升机状态的影响情况。



进动方向的判断

三、前飞速度的影响

在前飞速度很小时，旋翼桨叶是非常不稳定和非常危险的，这时如果有阵风影响引起桨尖旋转平面向后倾斜，旋翼有效拉力水平分力的作用方向会变成与直升机飞行方向相反，直升机向前飞行时向后作用的分力形成一俯仰力矩而造成直升机抬头，导致旋翼桨叶进一步向后倾斜。继续增大向后作用的水平分力，从而使情况进一步恶化，甚至引起严重的后果。消除此影响的方法是飞行员将周期变距杆迅速前推。

四、尾桨拉力的影响

尾桨拉力使直升机具有侧向运动的趋势；由于尾桨拉力作用线高于重心位置，会使直升机产生滚转力矩。

样题：怎么判断陀螺效应对直升机操纵的影响？

8.3.1 直升机平飞

备注:

8.3.1.1 功率曲线

一、可用功率

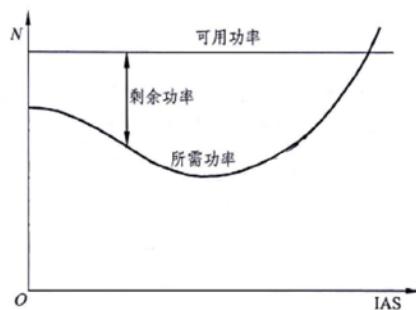
旋翼实际可以利用的功率叫可用功率。

二、所需功率

旋翼在某一飞行状态下需要消耗的功率。平飞时，直升机旋翼需要消耗的功率叫做平飞所需功率。所需功率包括诱阻功率 N_i 、型阻功率 N_0 、废阻功率 N_p 和上升所需功率 N_c 成。

三、剩余功率

旋翼可供功率与所需功率之差。可用功率、所需功率和剩余功率之间关系随飞行速度的变化关系如下图所示。



直升机功率随飞行速度的变化曲线

样题：简述可用功率、所需功率和剩余功率之间关系随飞行速度的变化关系？

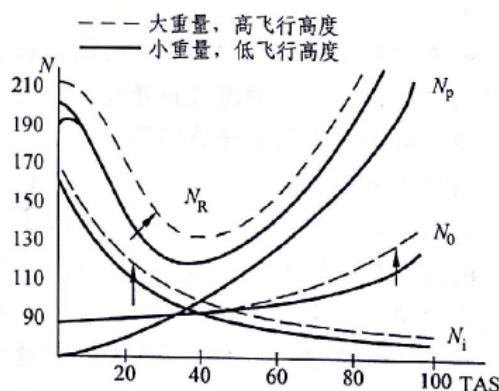
8.3.1 直升机平飞

备注：

8.3.1.2 影响所需功率的因素

一、重量的影响

重量增加，所需旋翼拉力增大，诱导速度和来流角增大，桨叶升力增大且向后倾斜更多，诱导旋转阻力和诱导功率增加，型阻功率也增加。



直升机所需功率受重量和高度的影响曲线

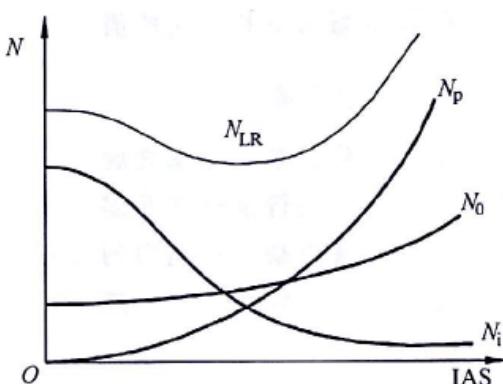
二、飞行高度和温度

高度增加，温度升高，空气密度减小。

空气密度增加，翼型旋转阻力和废阻旋转阻力增大，对应功率增大；但诱导速度减小，诱导功率减小。反之，均反。高度增加，空气密度减小，诱导功率增大，所需功率增加。

三、平飞速度的影响

平飞速度增加，所需功率先减小后增加。



直升机所需功率随飞行速度的变化

样题：重量增加，旋翼所需拉力是增大还是减小？

8.3.1 直升机平飞

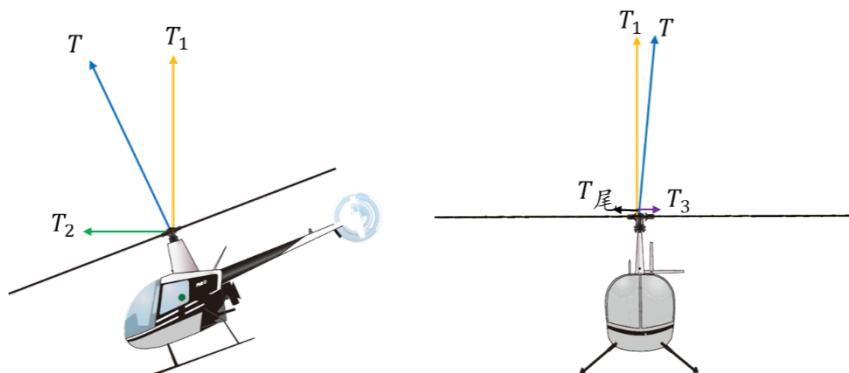
备注:

8.3.1.3 平飞运动方程

平飞：直升机不带侧滑的等速等高飞行。

一、平飞受力情况

直升机平飞时，受到拉力、阻力、重力和尾桨拉力。



直升机平飞时受力情况

二、平飞运动方程

- | | |
|----------------------|--------|
| $T_1 = G$ | 保持高度不变 |
| $T_2 = D$ | 保持速度不变 |
| $T_3 = T_{\text{尾}}$ | 保持没有侧滑 |

样题：平飞时，直升机受到哪些力？

8.3.1 直升机平飞

备注:

8.3.1.4 平飞性能

直升机的平飞性能主要包括平飞最大速度、最小速度、有利速度、经济速度和平飞速度范围。

一、平飞最大速度 V_{MAX}

直升机使用发动机最大额定功率平飞所能达到的最大平飞速度，就是平飞最大速度。可用功率由线与所需功率曲线在右边交点所对应的速度，就是平飞最大速度。

二、平飞最小速度 V_{MIN}

直升机的最大特点就是能在空中悬停，从这个角度讲，直升机的最小速度应该为零。但直升机并不是在所有高度上都能悬停，在某些高度（静升限以上）上直升机不能悬停，但此时仍可以平飞。在这种情况下，直升机使用发动机的额定功率所能保持的最小飞行速度，就是平飞最小速度。

三、经济速度（最小功率速度） V_{MP}

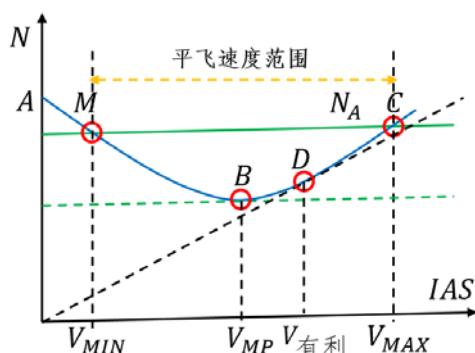
所需功率最小的平飞速度叫经济速度。以经济速度平飞所需功率最小，最省油，在空中能持续时间最长。

四、有利速度 $V_{有利}$

平飞所需功率与平飞速度的比值最小所对应的速度，称为有利速度。

五、平飞速度范围

从平飞最小速度到平飞最大速度的速度范围，称为平飞速度范围。在此范围内用任一速度均可保持平飞，平飞速度范围越大，表明直升机性能越好。



直升机平飞性能

样题：平飞性能包括哪些参数？

8.3.1 直升机平飞

备注:

8.3.1.5 平飞性能影响因素

直升机的平飞性能是由可用功率和平飞所需功率两方面来确定的。当飞行高度、飞行重量和大气温度变化时，会引起可用功率和平飞所需功率的变化，平飞性能也就随之变化。

一、高度的影响

对于装有增压器的活塞式发动机的直升机来说，在额定高度以下，可用功率随高度的增加而增大，因而平飞最大速度随高度增加而增大；超过额定高度以后，随着高度增加，由于可用功率减小，故平飞最大速度随高度增加而减小。对于装有涡轮轴发动机的直升机而言，随着飞行高度增加，直升机平飞最大速度则一直减小。

装有增压器的活塞式发动机的直升机，在一定额定高度以下，高度升高，由于可用功率和所需功率都同样增大，平飞最小速度基本不变。超过一定额定高度后，高度升高，可用功率降低，平飞所需功率随高度升高而增大，平飞最小速度随高度升高而增加。对装有涡轮轴发动机的直升机而言，其平飞最小速度随着高度增加而增大。

二、大气条件的影响

温度升高，空气密度减小而使直升机的可用功率减小，诱阻功率增大，直升机的所需功率将增大，平飞最小速度增大。温度升高，平飞最大速度减小，平飞速度范围缩小。

湿度增加，直升机的可用功率减小，平飞最小速度将增大；平飞最大速度将减小，平飞速度范围缩小。

三、飞行重量的影响

飞行重量越重，直升机的平飞最小速度增大，平飞最大速度减小，平飞速度范围缩小。

样题：简述高度对平飞性能的影响？

8.3.1 直升机平飞

备注:

8.3.1.6 平飞的操纵原理

从平飞条件中各力和力矩的关系来说，要保持平飞，就必须使直升机旋翼拉力的第一分力 T_1 等于重力。以保持高度不变；拉力第二分力 T_2 等于阻力，保持速度不变；以尾桨拉力对机体重心的偏转力矩等于旋翼的反作用力矩，保持方向不变；拉力第三分力 T_3 等于尾桨拉力，使直升机不带侧滑飞行。

直升机飞行操纵的基本方法：操纵驾驶杆前后移动，使旋翼锥体前后倾斜，改变直升机俯仰姿态，以改变或保持飞行速度；操纵总距杆，改变旋翼拉力，保持飞行高度；蹬舵改变尾桨拉力，保持方向；操纵驾驶杆左右移动，改变旋翼锥体左右倾斜，改变直升机的坡度；蹬舵修正，保持直升机不出现侧滑。

在平飞中，当用驾驶杆维持固定空速，上提总距杆会使直升机上升，下放总距杆会使直升机下降。总距的变化需要用蹬舵让直升机稳定平飞。如要增加前飞的空速，必须前推驾驶杆，同时上提总距杆阻止直升机下降。如要减小空速，后拉驾驶杆，同时下放总距杆阻止直升机上升。因此，在操纵直升机进行平飞或改变飞行速度时，驾驶杆、总距杆、舵三者密切配合，使作用在直升机上的力和力矩不断取得平衡，才能保持好预定的飞行状态。同时要求操纵动作必须十分柔和，如果动作过猛，会使旋翼出现进动现象。

样题：简述平飞的操纵原理。

8.3.2 直升机上升

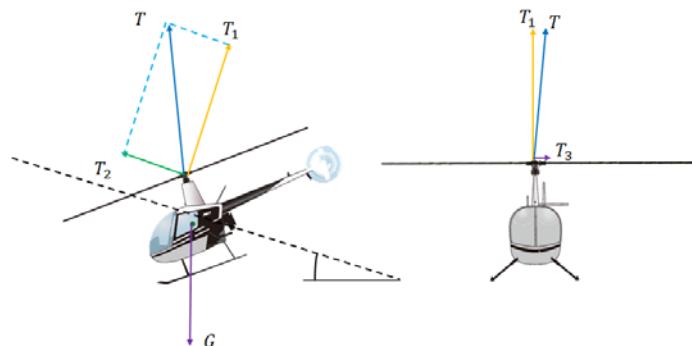
备注：

8.3.2.1 上升运动方程

直升机沿倾斜向上的轨迹所做的飞行称为上升。上升时直升机超越障碍物取得高度的基本方法。

一、上升的受力情况

直升机上升时主要受到的作用力有：旋翼拉力、重力、阻力和尾桨拉力等。



直升机上升时的受力

二、上升运动方程

直升机沿倾斜轨迹不带侧滑的等速直线上升时的运动方程为：

$$T_1 = G_1 \quad \text{保持上升角不变}$$

$$T_2 = G_2 + X \quad \text{保持上升速度不变}$$

$$T_3 = T_{\text{尾}} \quad \text{保持无侧滑}$$

样题：简述上升的受力情况。

8.3.2 直升机上升

备注:

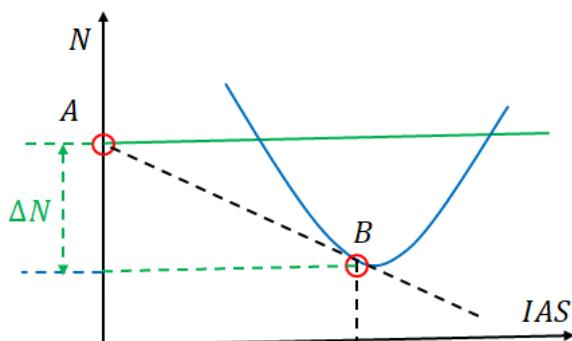
8.3.2.1 上升性能

直升机上升性能主要包括最大上升角、最大上升率、上升时间和升限等。

一、最大上升角

上升角是直升机上升轨迹与水平线之间的夹角。上升梯度是上升高度与上升水平距离之比。

在平飞功率曲线中，可用功率曲线与纵轴坐标交点 A，自 A 点向平飞所需功率曲线作切线，以切点 B 所对应的速度上升，可得到最大上升角和上升梯度。



确定最大上升角的方法

二、最大上升率

上升率是指直升机上升中单位时间内所获得的高度，即上升垂直速度。

上升率的大小与剩余功率成正比，与直升机的重量成反比。当飞行重量一定时，剩余功率越大，直升机上升率越大。以经济速度上升，剩余功率最大，上升率最大。

三、上升时间和升限

直升机上升到一定高度处所需要的最短时间称为上升时间。上升时间也就是保持经济速度以最大上升率上升到一定高度的时间。

直升机的升限分为静升限和动升限。上升率为零的高度就是理论动升限。直升机的实用动升限是指最大上升率为 0.5m/s (98ft/min) 的高度。由于直升机在一定高度以内能垂直升降和悬停，故把最大垂直上升率为零的悬停高度称为理论静升限，即理论静升限为直升机保持悬停的最高高度。把最大垂直上升率为 0.5m/s (98ft/min) 的高度称为实用静升限。

样题：简述直升机的升限。

8.3.2 直升机上升

备注:

8.3.2.3 上升性能影响因素

直升机的上升性能是由可用功率和平飞所需功率两方面来确定的。当飞行高度、飞行重量和大气温度变化时，会引起可用功率和平飞所需功率的变化，上升性能也就随之变化。

一、高度的影响

高度增加，直升机的上升率减小，上升角减小。

二、温度影响

温度升高，空气密度减小而使直升机的可用功率减小，直升机的所需功率将增大。温度升高，上升率减小，上升角减小。

三、飞行重量的影响

飞行重量越重，直升机的上升率减小，上升角减小。

四、风的影响

逆风上升，上升角增加；顺风上升，上升角减小。

上升气流中上升，上升率和上升角增大；下降气流中上升，上升率和上升角都减小。

样题：直升机逆风上升，上升角怎么变化？

8.3.3 直升机下滑

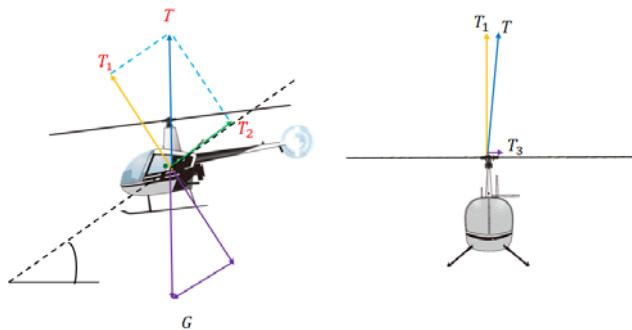
备注:

8.3.3.1 下滑运动方程

直升机沿倾斜向下的轨迹所做的飞行叫下滑。下滑时直升机降低飞行高度的基本方法。

一、下滑的受力情况

直升机下滑时主要受到的作用力有：旋翼拉力、重力、阻力和尾桨拉力等。



直升机下滑时的受力情况

二、下滑运动方程

直升机沿倾斜轨迹不带侧滑的等速直线下滑时的运动方程为：

$$T_1 = G_1 \quad \text{保持下滑角不变}$$

$$T_2 = G_2 \cdot X \quad \text{保持下滑速度不变}$$

$$T_3 = T_{\text{尾}} \quad \text{保持无侧滑}$$

样题：简述下滑的受力情况。

8.3.3 直升机下滑

备注:

8.3.3.2 下滑性能

一、下滑角与下滑距离

下滑轨迹与水平线之间的夹角叫下滑角。下滑中所经过的水平距离叫下滑距离。

二、下降率

直升机单位时间内所下降的高度称为下降率。下降率越大，直升机降低高度越快。

样题：简述下降率的定义。

8.3.3 直升机下滑

8.3.3.3 下滑性能影响因素

备注:

一、气温的影响

气温升高，直升机的下降率和下滑角增大，下滑距离缩短；气温降低，下降率和下滑角减小，下滑距离增长。

二、风的影响

逆风引起下滑角增大，下滑距离缩短；顺风使下滑角减小，下滑距离增长。

三、重量的影响

在保持桨距和下滑速度不变的条件下，飞行重量增大，由于下降率增大，下滑角也增大，下滑距离缩短。

样题：气温升高，直升机的下降率怎么变化？

8.3.4 直升机垂直飞行

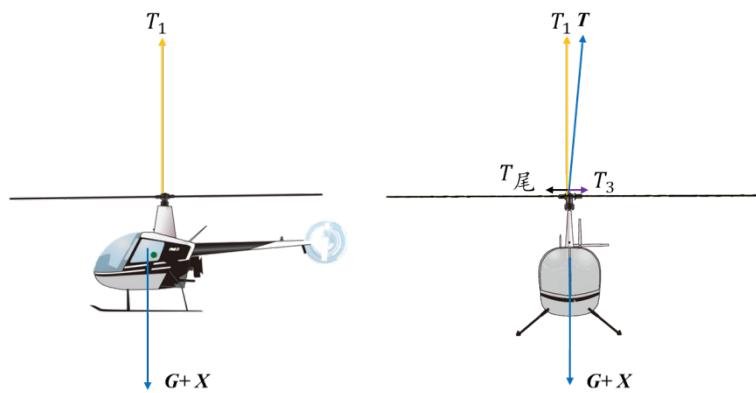
备注:

8.3.4.1 垂直上升运动方程

一、垂直上升的受力分析

直升机以稳定的上升率做垂直向上的运动飞行时，相对气流从上向下吹向桨载旋转平面，旋翼迎角为 -90° 。翼型迎角 α 等于桨距 φ 与来流角 ε 之差，即 $\alpha = \varphi - \varepsilon$ 。

直升机上升时受到拉力、重力、阻力和尾桨拉力。



直升机垂直上升时受力情况

二、运动方程

保持稳定垂直上升的条件

$$T_1 = G + X$$

保持上升率不变

$$T_2 = 0$$

保持前后不移位

$$T_3 \approx T_{\text{尾}}$$

保持航向无偏转

样题：简述上升的运动方程。

8.3.4 直升机垂直飞行

8.3.4.2 垂直上升的操纵原理

备注：

直升机在悬停的基础上做垂直上升，首先应柔和地上提总距杆，在桨距增大的初始阶段，旋翼拉力大于重力。直升机加速上升；随着上升率的增大，桨叶来流角也不断增大，桨叶迎角减小，当来流角的增量与总距的增量基本相等时，旋翼拉力等于直升机重力，加速上升的力消失，保持稳定垂直上升。

由于上提总距杆，旋翼反作用力矩增大，直升机将出现偏转。为了保持方向平衡，要蹬舵增大尾桨拉力；同时要向侧方压杆修正，使直升机不出现侧向移位和滚转。为了不使直升机前后移位，应前后调整驾驶杆位置，保持旋翼拉力第二分力 T_2 等于零。垂直上升的稳定性和操纵性都比较差，所以操纵动作更要柔和，杆、舵和总距杆更要协调一致。

样题：简述直升机上升的操纵原理。

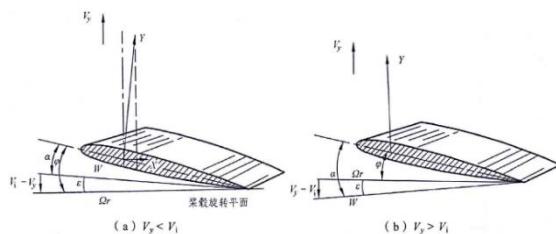
8.3.4 直升机垂直飞行

备注：

8.3.4.3 垂直下降运动方程

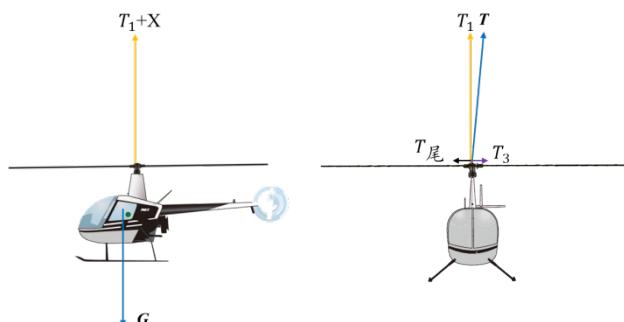
一、垂直下降受力情况

垂直下降时，相对气流从下而上流向桨毂旋转平面，旋翼迎角为 $+90^\circ$ 。流经桨毂旋转平面的气流速度是两个方向相反的气流速度的合成，一是垂直下降所形成的自下而上的轴向气流速度 V_y ；二是自上而下的旋翼的诱导速度 V_i 。



垂直下降时的翼型迎角

下降时，直升机受到拉力、阻力、重力和尾桨拉力的作用。



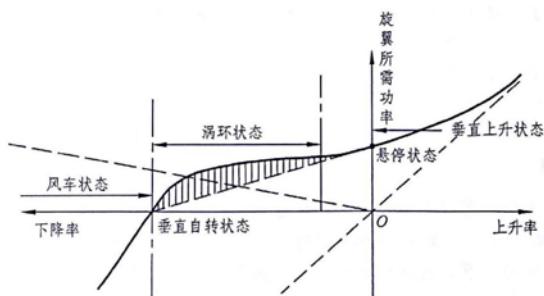
二、垂直下降运动方程

保持稳定垂直下降的条件：

- | | |
|----------------------------|---------|
| $T_1 = G - X$ | 保持下降率不变 |
| $T_2 = 0$ | 保持前后不移位 |
| $T_3 \approx T_{\text{尾}}$ | 保持航向无偏转 |

三、垂直下降所需功率

垂直所需功率比悬停所需功率小，随着下降率的增大，这一现象越来越明显。



旋翼所需功率与下降率之间的关系

样题：分析下降时拉力的分解。

8.3.4 直升机垂直飞行

备注:

8.3.4.4 垂直下降的操纵原理

直升机在悬停的基础上做垂直下降，首先应下放总距杆，减小旋翼拉力，使拉力小于直升机重力，进行垂直下降。

下放总距杆，旋翼反作用力矩减小，直升机将向旋转方向偏转。为保持方向平衡，必须蹬舵减小尾桨拉力。同时要向侧向修正驾驶杆，不使直升机出现侧向移位和滚转。为保持直升机不出现前后移位，还应前后调整驾驶杆位置，保持旋翼拉力第二分力 T_2 为零。在加速垂直下降过程中，桨叶的来流角逐渐减小，当来流角的减少量与总距的减少量相等时，旋翼拉力与直升机重力平衡。直升机做稳定垂直下降，下降率保持不变。

在垂直下降的整个过程中，要用总距杆来调整下降率。如发现下降率增大，就应上提总距杆，同时，还应蹬舵和压杆，以保持航向和水平面内无移位。

样题：简述垂直下降的操纵原理。

8.3.5 直升机悬停

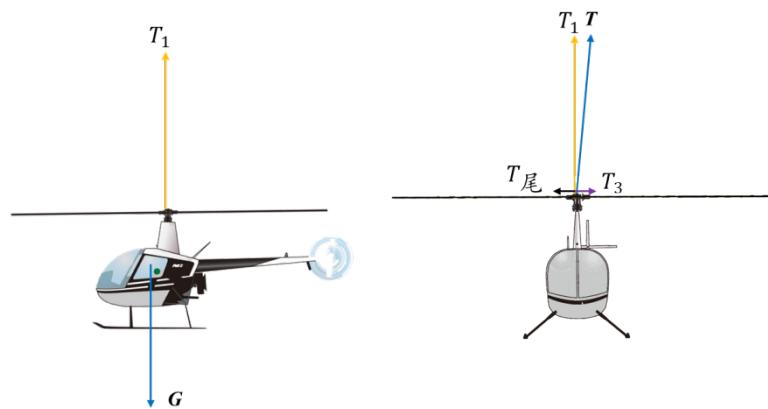
备注:

8.3.5.1 悬停运动方程

直升机在一定高度上航向和位置都保持不变的飞行状态，叫作悬停。

一、悬停的受力分析

悬停时，直升机受到拉力、重力和尾桨拉力的作用。



直升机悬停时受到的力

二、悬停的运动方程

保持悬停条件：

$$T_1 = G$$

保持高度不变

$$T_2 = 0$$

保持前后不移位

$$T_3 \approx T_{\text{尾}}$$

保持航向无偏转

样题：分析直升机悬停时的受力情况。

8.3.5 直升机悬停

备注:

8.3.5.2 悬停的操纵原理

在悬停中，为了保持高度不变，应使拉力第一分力 T_1 与重力相等，即 $T_1 = G$ ，此时总距杆保持在某一位置上。由于悬停所需功率大，总距杆上提位置较高，故旋翼反作用力矩较大。为了保持方向平衡，应加大蹬舵量，用以增大尾桨拉力，使尾桨拉力对重心形成的方向操纵力矩同旋翼反作用力矩相平衡。如果尾桨拉力高于直升机重心，此时尾桨拉力增大所引起的滚转力矩增大，故还应适当地压杆，以保证直升机不出现移位和滚转。注意，悬停中的驾驶杆操纵比前飞的要灵敏，非常小的驾驶杆动作会导致大的运动。

总之，悬停中应用总距杆保持高度，用驾驶杆的前、后、左、右保持直升机不移位，用舵保持好方向。但必须指出：驾驶杆、舵和总距杆三者的操纵不是孤立的，而是相互影响的，只有配合使用得当，才能做到稳定悬停。因此，操纵时要做到柔和、协调和相互配合。

样题：悬停时飞行员操纵什么机构来保持直升机的高度？

<h3>8.3.5 直升机悬停</h3> <h4>8.3.5.3 影响悬停的因素</h4>	备注：
<p>一、地面效应对悬停的影响</p> <p>直升机的地面效应，是被旋翼排向下方的气流（即诱导气流）受到地面阻挡而影响旋翼空气动力的一种现象。地面效应使得直升机在保持拉力相同条件下所需功率减小，或在保持功率不变的条件下拉力增加。地面效应用使得旋翼拉力增大，悬停所需功率减小，剩余功率增大。</p> <p>地面效应的作用范围为旋翼直径长度。</p> <p>二、风对悬停的影响</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在有风的情况下悬停，为避免直升机移位，应向风的来向迎杆。风速越大，迎杆量越多。 2. 由于尾桨和垂直安定面的作用，机头总是力图对正风向，故应蹬反舵保持方向。 3. 逆风或逆侧风悬停，所需功率比无风悬停减小，机头上仰较少，操纵比较容易。反之，顺风或顺侧风悬停，所需功率增大，而且机头上仰较多，方向不易保持。 <p>三、气温对悬停的影响</p> <p>空气温度升高，发动机的可用功率降低，直升机所需功率增大，直升机的性能变差，悬停高度降低。</p> <p>四、飞行重量对悬停的影响</p> <p>直升机载重量的大小，将直接影响到悬停的高度。载重量越大，发动机剩余的可用功率和旋翼剩余拉力就越小，悬停高度也就越低，机动性也就越差。</p>	

样题：简述风对悬停的影响。

8.3.5 直升机悬停 8.3.5.4 悬停转弯	备注：
<p>在悬停的基础上，仅作改变航向的飞行状态，叫作悬停转弯。</p> <p>操纵直升机做悬停转弯，就是要向转弯方向蹬舵，增大或减小尾桨拉力。实施悬停转弯时，应柔和地向转弯方向蹬舵，通过改变尾桨桨距使尾桨拉力增大（或减小），形成方向操纵力矩，直升机即向蹬舵方向转弯。随着转弯角速度的增大，方向阻尼力矩也增大。当阻尼力矩增至与方向操纵力矩相等时，直升机即保持稳定的角速度做悬停转弯。</p> <p>飞行员操纵直升机进行悬停转弯中，可根据机头与地面的相对运动，用蹬舵—回舵—再抵舵的方法，来保持转弯的角速度，即用舵保持旋转角速度，用总距杆保持高度，用驾驶杆保持不侧移。在退出悬停转弯时，应根据转弯角速度的大小，适当提前蹬反舵来制止旋转，并注意操纵总距杆保持高度，操纵驾驶杆保持无移位，使直升机保持在原位置并用舵保持航向做稳定悬停。</p>	

样题：简述悬停转弯的操纵要点。

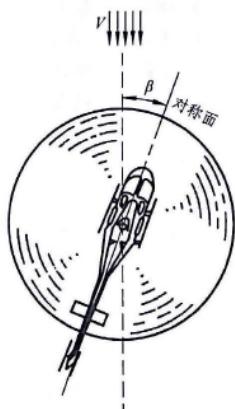
8.3.6 直升机盘旋

备注:

8.3.6.1 侧滑

一、侧滑及侧滑角

直升机对称面与相对气流方向不平行的飞行状态，叫侧滑。相对气流的方向和直升机纵向对称面之间的夹角，叫侧滑角，用 β 表示。



侧滑

相对气流从左侧方吹来叫左侧滑；相对气流从右侧方吹来叫右侧滑。

直升机带有侧滑，会引起空气动力性能降低，所以在一般情况下应避免直升机产生侧滑。

二、产生侧滑的原因

1. 直升机的对称面偏离飞行轨迹

飞行中由于直升机对称面偏离飞行轨迹而造成的侧滑，从操纵上讲主要是由于飞行员只蹬舵（或蹬舵过多）所引起的。向转弯方向的蹬舵量过多，也会造成直升机的对称面偏离飞行轨迹。

2. 飞行轨迹偏离直升机的对称面

飞行中由于飞行轨迹偏离直升机对称面而造成的侧滑，从操纵上讲主要是飞行员只压杆（或压杆）过多所引起的。向转弯方向的蹬舵量不足，也会造成飞行轨迹偏离直升机的对称面。

样题：引起直升机侧滑的原因有哪些？

8.3.6 直升机盘旋

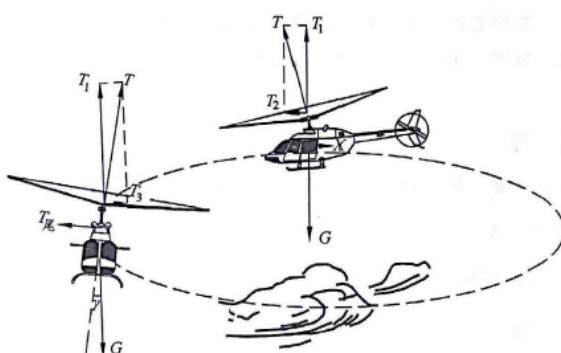
备注:

8.3.6.2 盘旋

一、盘旋受力情况

直升机在水平面内做等速等半径的圆周飞行，叫作盘旋。盘旋是水平机动飞行的基础，也是直升机实施机动的一个常用的飞行状态。盘旋中，如果直升机不带侧滑，飞行高度、速度大小、盘旋半径等参数保持改变，这种盘旋称为正常盘旋。

直升机做盘旋时，包括旋翼拉力、阻力和重力的作用。



盘旋的受力情况

二、盘旋的运动方程

保持正常盘旋的条件：

$$T_1 = G \quad \text{保持高度不变}$$

$$T_2 = X \quad \text{保持速度不变}$$

$$T_3 \pm T_{\text{尾}} = \frac{mv^2}{r} = C \quad \text{保持半径不变}$$

$$\sum M = 0 \quad \text{保持匀速转动}$$

样题：简述盘旋受力情况和运动方程。

8.3.6 直升机盘旋

备注:

8.3.6.3 盘旋的操纵原理

直升机盘旋，通常分为进入、保持和改出三个阶段，在这三个阶段中，直升机的运动状态各不相同。

一、进入阶段

在飞行速度达到盘旋速度时，应协调一致地向盘旋方向压杆蹬舵。压杆使直升机倾斜，形成所需的水平分力作为向心力，使直升机在水平面内作曲线运动。蹬舵是为了使直升机向盘旋方向偏转，以免产生侧滑。

随着坡度的增加，旋翼拉力第一分力 (T_1) 减小。为了保持高度，应在增大坡度的过程中，增大总距杆增大旋翼总拉力。由于坡度和拉力的增大，盘旋的向心力也增大，还要继续向盘旋的一侧增加蹬舵量，防止产生侧滑。

在直升机接近预定的坡度时，曲线运动的角速度基本稳定，必须适当的回杆回舵，保持规定的坡度和偏转角速度，直升机进入稳定盘旋。

二、保持阶段

盘旋过程中，驾驶杆、舵、总距杆的操纵动作配合适当，保持好直升机的高度、速度、坡度和盘旋半径等。

在盘旋的过程中必然会出现各种偏差，必须及时发现和不断地修正各种偏差，才能保持好盘旋。

三、改出阶段

改出盘旋，首先需要消除向心力，故应向盘旋的反方向压杆，减小直升机的坡度，使拉力第三分力减小。此时，直升机作曲线运动的角速度减慢，为了避免产生侧滑，需要向盘旋的反方向蹬舵，制止直升机偏转。随着坡度减小，拉力第一分力将增大，为保持高度和速度不变，必须在改出盘旋的过程中减小旋翼总距，减小旋翼拉力，使拉力第一分力与直升机的重力、拉力第二分力与阻力保持平衡。当直升机接近平飞状态时，回杆回舵保持平飞。

对盘旋的进入和改出的操纵还应考虑旋翼进动的影响。

样题：简述盘旋的操纵原理。

8.3.7 直升机的起飞

备注:

8.3.7.1 滑行

直升机按规定速度，在地面上，或靠近滑行道而上，按照预定路线所做的直线或曲线运动叫作滑行。

滑行分为3种类型，第一类为悬停滑行，第二类为空中滑行，第三类为地面滑行。

悬停滑行在离地高度低于25英尺运行时使用。。

空中滑行操纵方法，从正常悬停高度，前推驾驶杆，直升机开始滑行。在整个滑行中，驾驶杆的作用就是保持直升机地速和滑行路径，同时利用脚蹬保持飞行方向，用总距杆保持高度。当要停止空中滑行，后拉驾驶杆减小前飞速度。同时下放总距杆使直升机下降到悬停高度。当前飞运动停止时驾驶杆要回中立位置。

地面滑行操纵方法，逐渐上提总距杆，稍微向前顶杆，直升机沿着地面开始滑行。脚蹬控制滑行方向。

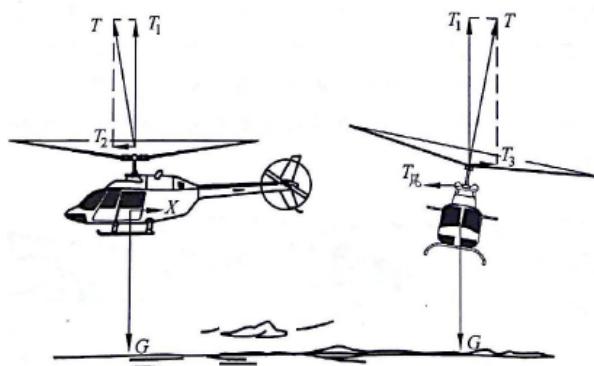
样题：直升机有哪些滑行的方式？

8.3.7 直升机的起飞

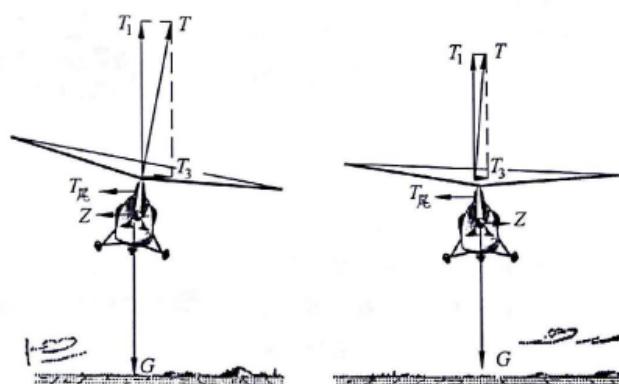
备注：

8.3.7.2 接近地面飞行

飞行高度不高于 10m，直升机速度一般不大于 10 km/h 的飞行，称为接近地面飞行（简称近地飞行）。它包括近地前飞、近地侧飞和近地后飞。



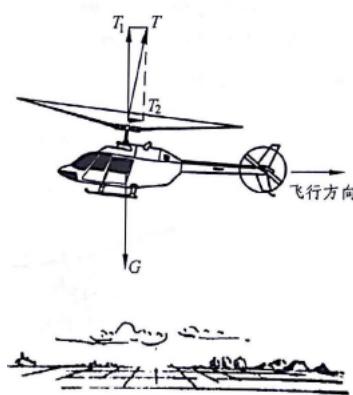
近地前飞时的作用力



(a) 右侧飞

(b) 左侧飞

近地侧飞时的作用力



近地后飞时的作用力

样题：常见的近地飞行类型有哪些？

8.3.7 直升机的起飞

8.3.7.3 起飞

备注:

直升机从开始增大旋翼拉力到离开地面，并增速和上升到一定高度的运动过程，叫起飞。直升机正常起飞可分为3个阶段：开始增速阶段、过渡速度阶段、小上升角爬高阶段。

当机场标高较高或气温较高，为了增大起飞载重量，而不能进行垂直起飞增速时，直升机也可以采取地面滑跑增速的起飞方法，即滑跑起飞。

最大功率起飞是在起飞路径上有一定高度障碍物的小场地上起飞，或称之为越障起飞。越障起飞往往是在无或较小的地面效应的高度上悬停和增速上升。利用这种方法起飞，直升机起飞的有效载重量会减小。

样题：常见起飞方式有哪些？

8.3.8 直升机的着陆

备注:

直升机从一定的高度下滑、消速并降落于地面直至停止的运动过程称为着陆。

直升机一边下降高度一边消减速度的过程，叫下滑消速。直升机向预定接地点降落，要经过下滑消速的过程。通过下滑来下降高度，通过消速使速度减小，直至速度为零以便着陆。

垂直着陆是经过下滑、消速，并在预定地点上空进行短时间悬停后的一种着陆方法。在预定地点上空悬停的高度与着陆场地面积和周围障碍物高低有关。

直升机经过下滑消速后，以一定的前飞速度在预定地点接地滑跑至停止的运动过程叫滑跑着陆。直升机在高原高温机场，或载重量较大，因可用功率不足，无法进行垂直着陆时可使用滑跑着陆。

样题：简述常见着陆的方式。

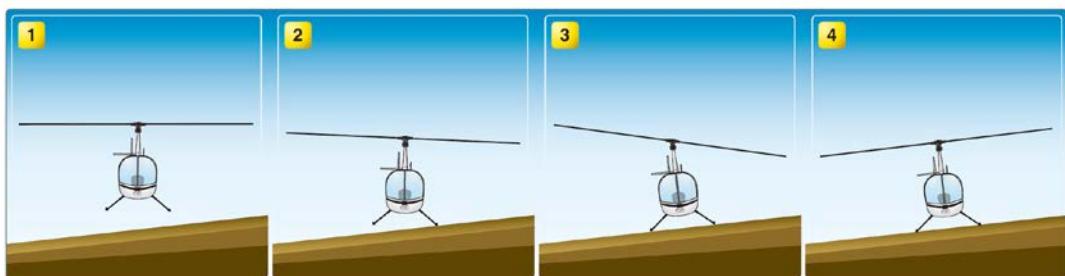
8.3.9 直升机高级机动

备注:

8.3.9.1 斜坡起降

正常情况下，对于绝大多数直升机而言，直升机斜坡运行的最大坡度为 5° 。斜坡着陆和起飞过程如下图所示。

如果在斜坡着陆，斜坡的坡度必须足够小，在整个着陆期间，可使用驾驶杆使直升机停在斜坡上。在中止进近时，缓慢将直升机移向斜坡，应小心不要使尾部朝向上坡。慢慢下放总距杆使直升机开始下降，同时用驾驶杆保持悬停位置。随着上坡一侧滑橇（或机轮）接地，在水平姿态上稍作停顿，然后操纵驾驶杆向斜坡方向靠杆。这使得滑橇（或机轮）保持在斜坡上，同时继续使用总距杆放低下坡一侧的滑橇。当放低总距杆时，继续向斜坡方向靠杆以保持固定位置。



斜坡着陆过程



斜坡起飞过程

直升机斜坡起飞基本与斜坡着陆相反。总距杆放至最下位，增加转速至正常范围，开始起飞。然后，朝向斜坡上坡方向稍微移动驾驶杆。保持驾驶杆朝向上坡使下坡一侧的滑橇（或机轮）随着缓慢提起的总距杆而升高。随着滑橇（或机轮），朝中立位移动驾驶杆。如果操纵配合得当，当驾驶杆到达中立位时，直升机将获得水平姿态，同时使用脚蹬保持直升机方向不发生偏转。在直升机水平和驾驶杆中立时，保持这个状态片刻检查工作正常，然后逐渐上提总距杆，完成双橇（或机轮）离地。

样题：简述斜坡起降的特点。

8.3.9 直升机高级机动

备注:

8.3.9.2 山顶尖峰和山脊运行

山顶尖峰是指四周地表陡峭下落的区域。山脊是一侧或两侧地表陡峭下落的狭长区域。由于上升气流、下降气流和颠簸以及不合适的迫降地形结合在一起，仍可能存在极端危险。



山顶尖峰和山脊运行

着陆时，如果风条件允许，利用着陆区的长轴方向进近。并且接地应在区域靠前的部分进行。

山顶尖峰起飞是一种速度优于高度的机动飞行。起飞中，随着直升机离开地面效应，保持高度并增速到正常爬升速度。当获得正常爬升速度时，建立正常爬升姿态。离开山顶尖峰后，不得将直升机沿斜坡俯冲。

样题：山顶尖峰起飞是一种速度优于高度的机动飞行？

8.3.9 直升机高级机动

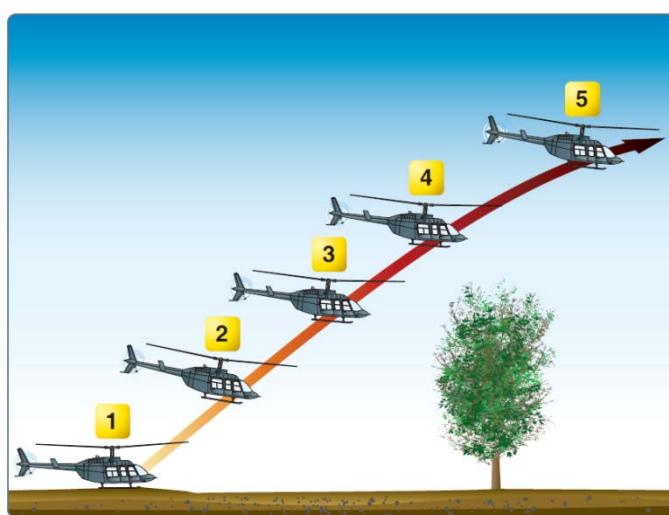
备注:

8.3.9.3 最大性能起飞

最大性能起飞常用于大角度爬升中超越飞行路线上的障碍物，如下图所示。在一些被较高障碍物环绕的小场地起飞时，可使用这种方法。在尝试进行最大性能起飞时，飞行员必须全面了解设备的能力和限制，还必须考虑风速、温度、高度、总重、重心位置以及影响自身技能和直升机性能的其他因素。

为了安全完成这种类型的起飞，直升机必须有足够的功率悬停，以防止直升机在升空后又下沉落到道面上。

最大性能起飞的爬升角大小取决于当时的条件。条件越苛刻，如高密度高度、静风和大总重，爬升角越小。



最大性能起飞

样题：发生动力翻转可能的原因有哪些？

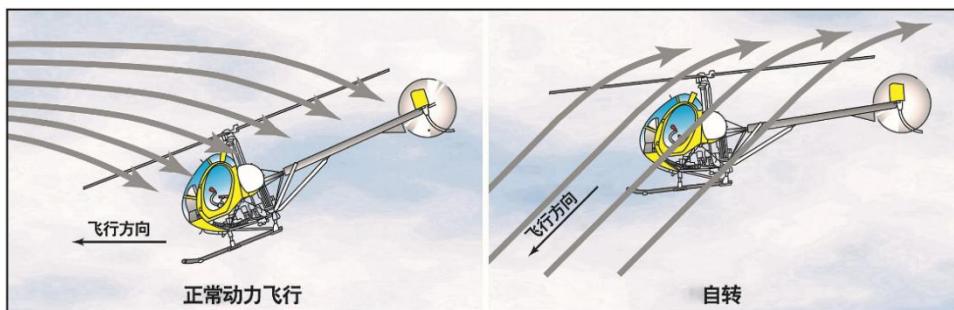
<h3>8.4.1 旋翼失速</h3> <p>一、旋翼失速的原因</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 飞行速度过大 2. 上提总距杆过多过猛 3. 高空小速度飞行 <p>二、旋翼失速的现象</p> <p>旋翼失速后，直升机会产生下述现象：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 旋翼转速下降。因旋翼失速后，桨叶旋转阻力急剧增加，所以旋翼转速明显下降。 2. 直升机掉高度。旋翼失速后，产生的拉力本来就减小，加上旋翼转速下降，使旋翼拉力减小更多，不能支持直升机重量，所以直升机掉高度。 3. 操纵性变差。飞行员操纵驾驶杆后，这时的操纵力矩是旋翼拉力方向改变后对重心所形成的力矩。旋翼失速后，拉力减小很多，操纵驾驶杆后，拉力对重心形成力矩小，即操纵力矩小，所以操纵性变差。 4. 机体振动和倾斜。如果旋翼失速后，随着桨叶转到不同方位，旋翼时而失速，产生大量涡流；时而不失速，空气流动情况变化大，这种气流的剧烈变化，使旋翼和机体发生明显的非正常振动。轻型直升机的周期变距杆就会感觉到抖动，当失速很严重时，机身也会感觉到振动。 <p>三、旋翼失速的改出</p> <p>改出旋翼失速的方法是：减小功率，下放总距杆；减小空速；减小操纵过载因数；增加转速到最大额定值。</p>	<p>备注：</p>
样题：旋翼失速的原因有哪些？	

8.4.2 直升机自转

8.4.2.1 自转飞行状态

备注：直升机安全运行指南

自转是主旋翼系统在相对气流的作用下驱动而不是由发动机动力驱动的一种飞行状态。这是直升机在发动机失效时能够安全着陆的方法。在这种情况下，可利用高度所蕴含的势能，在下降和着陆期间将其转换为动能。为了通过型号合格审定，所有直升机都必须具备这种能力。直升机有单向离合器，在机械结构上能够进行自转，也允许主旋翼在发动机停止运转时仍能继续转动。在正常动力飞行时，空气从上方被吸入主旋翼系统并向下排出。在自转期间，直升机下降时气流从桨盘下方进入。



在自转期间，向上的相对气流使主旋翼桨叶能够以正常速度旋转。事实上，桨叶是在其旋转面内“滑翔”。

样题：直升机自转时，气流是从旋翼的上方还是下放进入旋翼？

8.4.2 直升机自转

备注：直升机安全运行指南

8.4.2.2 垂直飞行状态下的自转

大多数自转是在具有前飞速度时实施的。在垂直自转过程中，旋翼桨盘可被分为如下图所示的三个区域 — 被驱动区、驱动区和失速区。

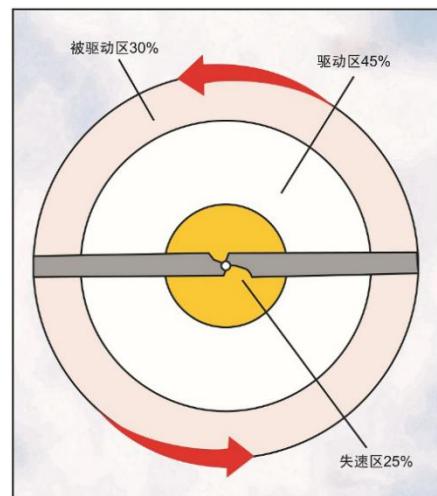


图 A 垂直自转下降时桨叶的各区域情况

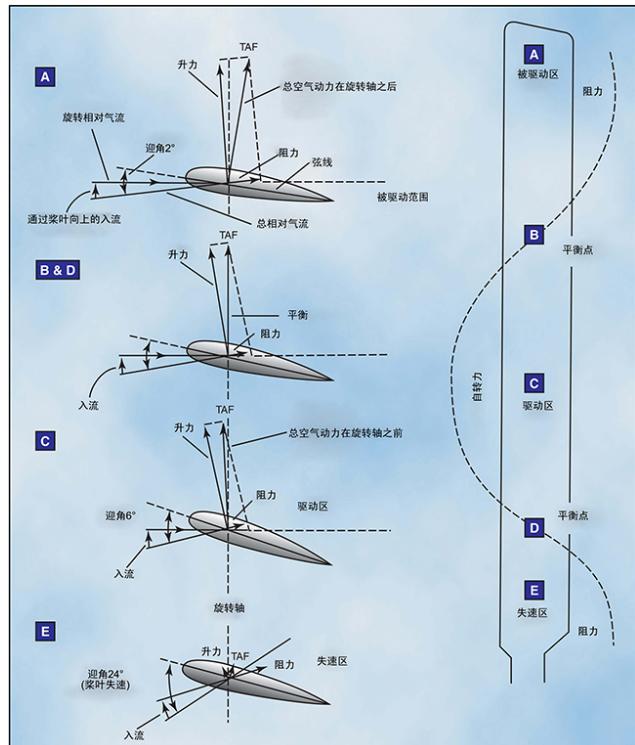


图 B 桨叶剖面上的力矢量

图 B 显示了四个桨叶剖面上的力矢量。A 部分是被驱动区，B 和 D 部分是平衡点，C 部分是驱动区，E 部分是失速区。在每个区域中力矢量是不同的，因为旋转相对气流速度在靠近桨叶根部的地方比较慢，而向桨叶尖部靠近时持续增加。此外，桨叶扭转使驱动区有着比被驱动区更大的正迎角。向上通过旋翼的入流和旋转相对气流结合在一起在沿桨叶的每个点产生不同的空气动力合力。

被驱动区也称之为螺旋桨区，离桨尖最近。通常，这个区域约占半径长度的 30%。在被驱动区中（图中所示的 A 部分），总空气动力作用在旋转轴之后，整体上形成一个阻力。被驱动区产生一些升力，但这个升力在阻力的作用下发生偏移。总的结果是使桨叶旋转减速。本区的尺寸随桨距、下降率和旋翼转速的变化而变化。当改变自转转速、桨距或下降率时，与其他区相关联的被驱动区尺寸也发生变化。

8.4.2 直升机自转

8.4.2.2 垂直飞行状态下的自转（续）

备注：直升机安全运行指南

在桨叶上有两个平衡点：一个在被驱动区和驱动区之间，一个在驱动区和失速区之间。在平衡点上，总的空气动力与旋转轴方向一致。虽然有拉力和阻力产生，但整体效应是既不加速也不减速。

驱动区或自转区通常位于桨叶半径的 25% 至 70% 之间。上图中的 C 部分显示了桨叶的驱动区，在自转期间该区产生驱动桨叶旋转所需的力。驱动区中总的空气动力向旋转轴的前方略倾斜，产生持续的加速力。这种倾斜提供了推力，使桨叶旋转存在加速的趋势。驱动区尺寸随桨距设置、下降率和旋翼转速而变化。

通过控制该区域的尺寸大小，能够调整自转转速。驱动区的尺寸减小导致驱动区产生的加速力减小，旋翼转速下降。

旋翼桨叶内侧 25% 被认为是失速区，由于超过最大迎角（失速角）运行产生阻力使桨叶有减慢旋转的趋势。上图中 E 部分描述了失速区。

通过调整总距，使驱动区的桨叶加速力与被驱动区和失速区的减速力平衡，从而实现旋翼转速保持恒定。

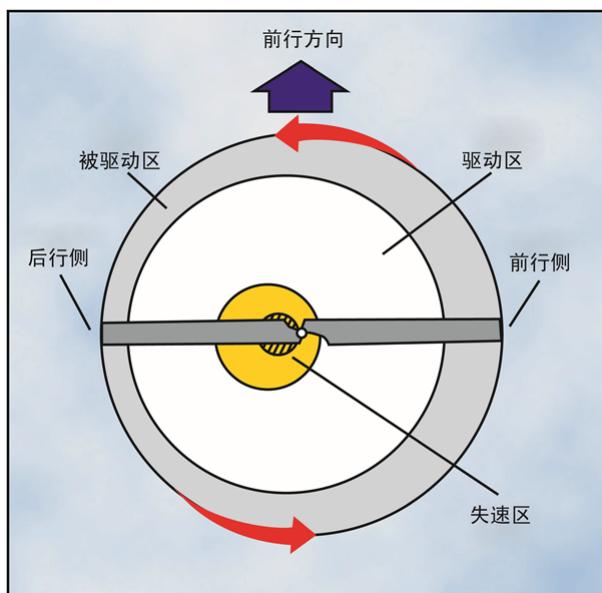
样题：简述垂直自转过程中桨叶剖面上的力矢量分布。

8.4.2 直升机自转

备注：直升机安全运行指南

8.4.2.3 前飞状态下的自转

前飞时自转力的产生模式与直升机在无风条件下垂直下降时的完全相同。然而，由于前飞速度改变了向上通过桨盘的空气流入，桨盘后行侧迎角更大，三个区域全部都沿着桨叶展向向外移动，如下图所示。由于前行桨叶迎角更小，桨叶有更多的部分落在被驱动区。而对于后行桨叶，则有更多部分落在失速区。由于靠近桨叶根部的一小部分区域处在反流区中，后行桨叶的被驱动区因此被减小。



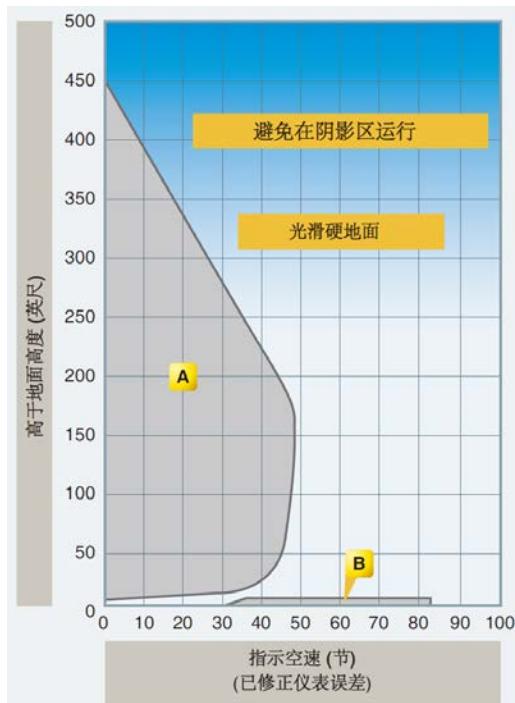
前飞自转下降时桨叶的分区

样题：前飞自转时力前行侧还是后行侧的被驱动区大？

8.4.3 高度—速度图表

备注:

高度—速度 (H-V) 图表描绘了发动机失效时的空速-高度关键组合，如下图所示。在高度-速度图表的阴影区内显示的高度和空速运行，无法提供足够的时间完成从有动力飞行到自转的过渡。



高度—速度图表

在图表 A 区，发生起飞爬升中发动机失效最为危险。爬升中，直升机在较高功率值上运行，桨叶迎角较大。此时发动机失效会导致旋翼转速迅速衰退，以为直升机的向上运动必须停止，然后建立下降以驱动旋翼。还需要时间稳定直升机，然后增加转速至正常工作范围。正对当时的空速，下降率必须达到正常值。由于高度不足以完成后续过程，飞行员面临的结果是转速衰退、下沉率增加、无减速升力、几乎无过渡升力以及对缓冲着陆的总距输入几乎无响应。

应避免该图表中的低高度和高空速部分 (B 区)，因为飞行员可能在撞地同时或者撞地后才识别出发动机失效。

飞行员应始终熟悉所飞特定直升机型号的高度—速度图表。

样题：从图中可以看出，直升机高度超多地面多少英尺以上，无论空速多少，都有充足的时间和高度进入稳定自转？

8.4.4 涡环状态

备注：直升机安全运行指南

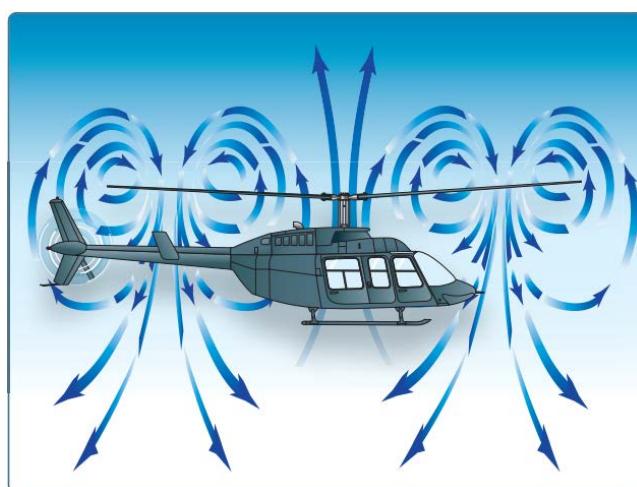
一、涡环概述

涡环是直升机有功率下降时一种危及飞行安全的危险状态，此时增加直升机功率还不能制止下沉，如操作不当，它会导致直升机抖动、摇晃、严重时操纵失控，在颠簸中无法控制的下降坠地失事，在我国也发生过多起这类事故。因而涡环状态的判定并及时的改出是飞行员保证安全所必须了解的知识。

二、涡环形成所具备条件

从多种飞行状态均可进入涡环，但导致涡环的流场状态是相同的，涡环只能在下述所有条件具备时才会发生：

- 1.大下降率（至少 300 英尺/分，根据机型的不同，重量的不同，达到涡环状态时下降率也不同）。
- 2.带动力飞行（20%~100% 功率）。
- 3.小的前飞速度（小于过渡速度）。



三、如何预防进入涡环状态

- 1.在有动力飞行时，操纵直升机作垂直下降或小速度下降时，为防止进入涡环状态，下放总距杆不要过多，以保持较小的下降率。
- 2.在载重量大，海拔高度高或气温高的情况下，剩余功率小，不宜做垂直上升或勉强在较高的海拔高度上悬停。
- 3.在地形复杂，高度较低且重量较重的情况下，没有特殊需要不要做垂直下降。
- 4.在做快停或恢复功率自转时，要警觉进入涡环状态。

四、涡环状态的改出

在完全发展的涡环状态下，一部分飞行员第一反应是提总距杆来减小下降率，然而这样只会使情况更加恶化，下降率增加。常规的改出方法是稍稍下放总距杆，向前推杆来获得空速脱离涡环区。情况严重时因为驾驶杆很难操纵，从涡环中改出的方法是先下放总距杆进入自转，摆脱涡环，当驾驶杆可操纵后，再向前推杆获得空速。

样题：列举和简述涡环形成所具备条件、常规改出方法及如何预防涡环。

8.4.5 尾桨失效

备注：直升机安全运行指南

一、丧失尾桨效应概述

主旋翼旋转产生的扭矩造成直升机机身向相反方向旋转，尾桨即反扭矩系统提供的推力抵消该扭矩，并在直升机悬停时提供方向控制。如果尾桨产生的推力比抵消主旋翼扭矩所需的推力要大，直升机将会偏航或围绕垂直轴向旋翼旋转方向转动；如果尾桨推力较小，则反之。通过改变尾桨产生的推力，驾驶员控制直升机在悬停和低速飞行时的方向。驾驶员的操作、旋翼旋转时产生的翼尖涡流以及风都会对尾桨推力产生影响，甚至会使尾桨丧失效应，最终造成直升机发生没有预期的偏转。丧失尾桨效应只会发生在单旋翼带尾桨的直升机上，直升机按旋翼旋转方向分为两种：旋翼顺时针（从上面看）和逆时针旋转，下面主要以旋翼逆时针旋转的直升机作原理分析。

二、根据航空器特点与相对风方位区域分为以下 4 种（以上方俯视逆时针旋转旋翼直升机为例）：

1. 主旋翼桨盘涡流干扰区（285°- 315°）

从左前方吹入的速度为 10 至 30 节的风会将主旋翼桨盘涡流吹入尾桨，该主旋翼桨盘涡流会造成尾桨在极端颠簸的环境下工作。参见图 A

2. 风标稳定性（120°- 240°）

在这个区域直升机会试图将机头朝向相对风，除非使用脚蹬修正偏转，否则直升机会缓慢的非指令右转或左转，具体转弯方向取决于风向，如果驾驶员允许直升机形成右偏速率，直升机尾部进入这个区域，转弯角速度会迅速增大，可能会导致丧失尾桨效应。参见图 B

3. 尾桨涡环状态（210°- 330°）

该区域内的风会形成尾桨涡环环境，从而造成不均匀、不稳定的气流进入尾桨。涡环状态造成尾桨推力发生变化，从而造成偏航。参见图 C

4. 高海拔

在高海拔地区，空气稀薄，尾桨效率下降，在高海拔和大总重条件下，尤其在悬停时，尾桨推力可能不足以保持方向控制，发生尾桨失效。在这种情况下，悬停升限由尾桨推力而不一定由可用功率限制，可能需要减小总重和/或在低密度高度运行。

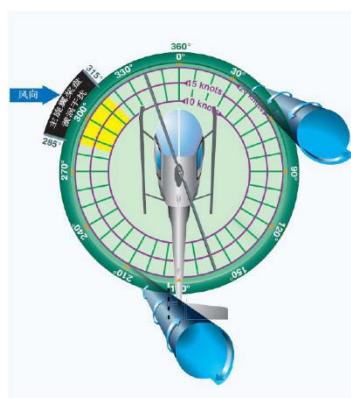


图 A



图 B

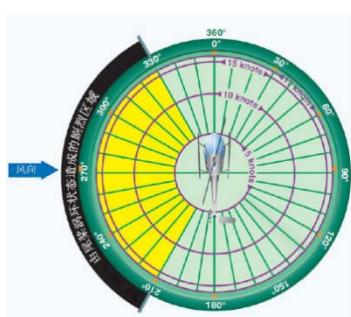


图 C

样题：简述 4 种丧失尾桨效应。

8.4.6 地面共振

备注：直升机安全运行指南

一、地面共振概述

直升机地面共振就是直升机在地面工作状态时发生的旋翼——机体耦合自激振动，是针对全铰型直升机的一种潜在的具有破坏性的空气动力学现象。这种振动一旦发生，振幅在几秒钟内便可达到十分剧烈的程度，常常造成桨叶折断、轮胎破裂、机身翻倒，甚至人身伤亡等严重事故。

二、地面共振发生条件

当直升机在开车后地面工作、滑行时或悬停着陆过程中受到外界振动后，振动将传递到主旋翼系统，桨叶之间失去了正常的相位关系，破坏了平衡，桨叶重心偏离旋转中心，旋翼重心的离心激振力激起机身在起落架（或滑橇）上的振动，当起落架和旋翼的振动频率接近时，就会加剧耦合，使直升机剧烈摇摆，而系统的阻尼又不足以消耗它们相互激励的能量，就会造成直升机损毁甚至解体。 参见下图：



桨叶间的相位发生改变破坏了平衡

三、地面共振的改出方法

如果发生地面共振时旋翼的转速较低，正确的方法是关闭油门，总距杆放到底，必要时关闭发动机。

如果发生地面共振时旋翼的转速处于正常飞行范围内，正确的方法是提总距杆，飞离地面，等旋翼恢复正常相位后再着陆，如果未恢复正常相位就直接落地，将导致刚接地便使本不稳定的主旋翼发生更强烈的振动。如按上述方法着陆时共振仍然存在，选择不同质地的场地着陆，必要时选择悬停自转着陆。

样题：简述地面共振产生的原因及改出方法。

8.4.7 动态翻滚

备注：直升机安全运行指南

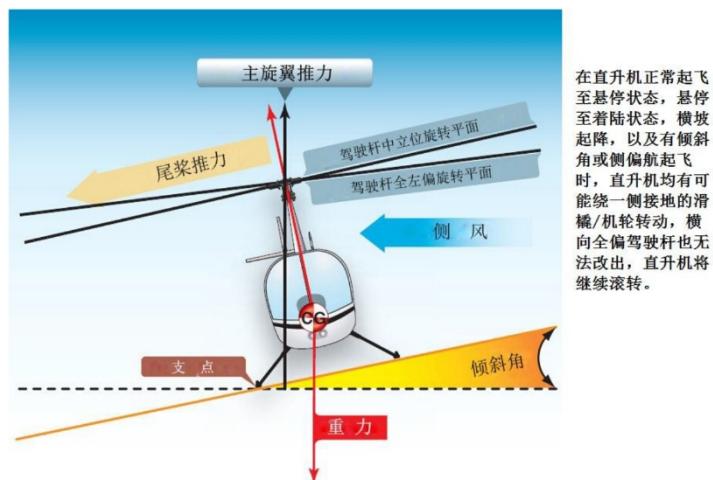
一、动态翻滚

动态翻滚所导致的直升机事故越来越多，如果驾驶员不进行立即修正，动态翻滚将使直升机损毁，并可能导致（人员的）重大伤亡。

一般来说，无论地面是否平整，直升机驾驶员均应娴熟操作。如果直升机在正常起飞着陆与斜坡起飞着陆的情况下均使用相同的倾斜角（直升机与水平面的夹角），或者滑橇/机轮位于地面时直升机出现漂移，那么该倾斜角或漂移会使直升机绕仍然接地的滑橇/机轮转动。当这种情况发生时，相比悬停的直升机而言，横向操纵驾驶杆的反应速度会更加缓慢，且效果较差。如果允许滚转速率继续增大，那么倾斜角将达到临界值，即使全量横向操纵驾驶杆也不能将滚转改出，直升机将发生侧翻，引起重大事故。随着滚转速率增大，仍有可能改出的角度越来越小。临界滚转角也相应减小，临界滚转角在下列情况下会进一步减小：右侧滑橇/机轮接地、左侧风、横向重心靠右、主旋翼拉力几乎等于直升机重量以及抵左脚蹬（针对逆时针旋转的直升机）。

二、正常起飞和着陆时的动态翻滚

如果在平整且坚硬的地面上起飞和着陆，一侧滑橇/机轮位于地面，且升力约等于直升机总重，驾驶员应谨慎操纵不要发生水平位移。驾驶员应该平稳操作并注意驾驶杆配平（利用配平装置），从而保证俯仰或滚转速率不会增加，尤其是滚转率增加。如果倾斜角开始增加至约 5-8°，同时全偏驾驶杆不能对角度进行修正时，驾驶员应减小总距以消除不稳定的滚转状态。否则倾斜角会达到临界值，将造成直升机侧翻。



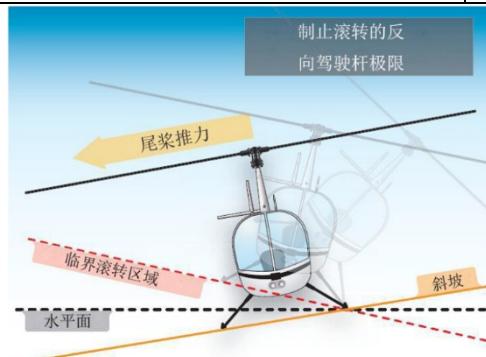
直升机右滑橇/机轮接地时各种作用力示意图

三、斜坡起飞和着陆时的动态翻滚

在斜坡上进行起飞和着陆时，驾驶员应遵循已公布的操作程序，并注意保持较小的滚转速率。驾驶员应缓慢抬起下坡方向的滑橇/机轮，拉平直升机，然后起飞；着陆时，驾驶员应先使一侧（上坡方向的）滑橇/机轮接地，然后综合使用驾驶杆和总距，缓慢放下下坡方向的滑橇/机轮。如果直升机向上坡方向倾斜约 5-8°，驾驶员应减小总距以修正倾斜角，并使直升机回到水平姿态，然后重新开始着陆程序。

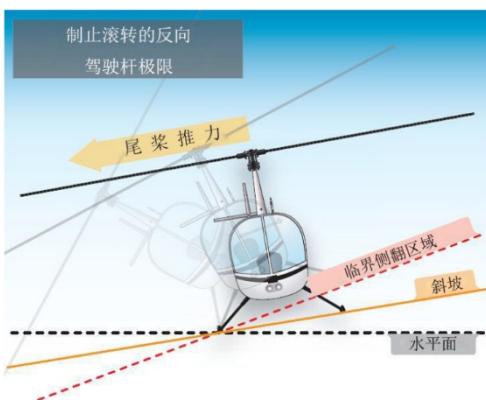
8.4.7 动态翻滚（续）

备注：直升机安全运行指南



向上坡方向滚转动作示意图

如果直升机在斜坡上并向上坡方向滚转，修正时过快放下总距杆可能引起直升机快速向反方向滚转。如果（着陆时）上坡方向的滑橇/机轮撞地，会导致直升机上坡方向的滑橇/机轮弹起，并且惯性会造成直升机围绕下坡方向接地点滚转并翻转至一侧。驾驶员要避免突然增加总距杆使直升机离地，因为这会产生一个很大而且突然的反方向滚转力矩。这种运动可能是无法控制的。如果直升机在一侧滑橇/机轮在地面的情况下形成滚转速率，直升机就可能向一侧翻转。



向下坡方向滚转动作示意图

四、其他情况

在相对较平整表面上起飞或着陆也有可能发生动态翻滚。相关资料显示，滑橇/机轮碰到了停机坪上的固定物体、撞进冰层或软沥青、在松软的草地或泥地起降都会发生动态翻滚；未能解开系留或滑橇安全装置也将导致动态翻滚；在起伏的船只上起降以及水上其它不稳定的漂浮装置上起降也有可能发生动态翻滚。

五、动态翻滚的改出

当直升机形成向一侧滚转的趋势后而且倾斜角没有超过临界值，飞行员应缓慢、柔下放总距杆靠直升机自身重力克服滚转趋势。

注意：一旦倾斜角超过临界值，将无法改出滚转，直升机将侧翻。

样题：简述在斜坡起飞和着陆时造成动态翻滚原因。

9.1.1 呼号的读法

备注:《空中交通无线电通话用语》(MH/T 4014-2003)

管制单位的名称由管制单位所在地的名字和后缀组成，后缀表明提供何种服务或单位类型。

管制单位或服务	后缀汉语简呼
区域管制中心	区调
进近管制	进近
进近雷达管制	进场
离场雷达管制	离场
机场管制	塔台
地面活动管制	地面
放行许可发布	放行
飞行情报服务	情报
机坪管制/管理服务	机坪
公司签派	签派

航空器和管制单位初次联系时，应全呼航空器和管制单位的全称，在建立双向联系以后的各次通话中，可以简呼地名，管制单位或服务也可省略。

管制单位或服务	后缀汉语简呼
北京区域管制中心	北京区调或北京

样题：“成都塔台”在无线电通话中是指哪个管制单位？

9.1.2 特殊字母的读法	备注：《空中交通无线电通话用语》(MH/T 4014-2003)
----------------------	----------------------------------

一、机场识别代码的读法

机场识别代码按英文字母的发音逐位读出。

机场识别代码	汉语读法
ZBAA	ZULU BRAVO ALPHA ALPHA

二、全向信标和无方向信标的读法

在汉语读法中，VOR台和NDB台按照航图中的地名读出。英语读法按照字母发音读出该台识别代码。对于具有相同名称，但距离较远的VOR和NDB导航台，应在台的名称后加上VOR或NDB。（示例：怀柔VOR和怀柔NDB）。

全向信标台	汉语读法	英文读法
SIA	西安	SIERRA INDIA ALPHA
VYK	大王庄	VICTOR YANKEE KILO

三、航路点的读法

如航路点的名称是五个英文字母，则中英文读法相同，按照一个单词的英语发音读出，如航路点是P和数字组成，则汉语按照P加数字读出，英语按照字母和数字的发音读出。

航路点	汉语读法
DOREX	DOREX
P123	P123

四、航路的读法

航路由航路代号和编码组成，分别按照数字和字母的发音读出，航路代号前有U、K、S时，分别按照“UPPER”、“KOPTER”和“SUPERSONIC”读出，表示英文单词UPPER、HELICOPTER、SUPERSONIC。标准进离场航线汉语按导航台名称加有效代号加航路代号加进场或离场读出；英语按照字母和数字的发音，后加“ARRIVAL”、“DEPARTURE”读出。

航路、进离场航线	汉语读法
VYK-01A	大王庄洞幺号进场
NHW-2D	南汇两号离场
G595	G五九五/GOLF五九五

样题：“A461”航路在无线电通话中应怎么读？

9.1.3 通话结构	备注：《空中交通无线电通话用语》（MH/T 4014-2003）
-------------------	----------------------------------

1. 首次联系时应采用的通话结构为：对方呼号+己方呼号+通话内容。例如：天津塔台，国航玖玖捌，请求放行许可。

2. 首次通话以后的各次通话：

(1) 空中交通管制员宜采用下列通话结构：对方呼号+通话内容。例如：国航玖玖捌，下降到二千一。

(2) 航空器驾驶员宜采用的通话结构为：对方呼号+己方呼号+通话内容。例如：天津塔台，国航玖玖捌，准备好起飞。

3. 空中交通管制员肯定航空器驾驶员复诵的内容时可仅呼对方呼号。当空中交通管制员认为有必要时，可具体肯定。

样题：首次通话后，航空器驾驶员应当采用什么样的通话结构？

9.1.4 ATIS	备注：
<p>自动终端情报服务 (Automatic Terminal Information Service, 简称ATIS或通播) 是在繁忙的机场自动连续播放的信息服务，通常在一个特定的无线电频率上进行广播。ATIS播报的主要内容主要的与飞行相关的信息，如天气、可用跑道、气压及高度表拨正值等信息。飞行员通常在和管制单位建立联系前收听通播，了解相关情况以减少管制员的工作量及避免频道拥挤。</p> <p>正常情况下通播每小时更新一次，天气变化迅速时也可随时更新，依次以字母代码 A, B, C...Z 表示，按照ICAO公布的标准字母解释法判读。</p> <p>通播分为进场通播、离场通播和进离场通播。飞行员在与进离场管制单位建立首次联系时，应该确认已收到通播。</p> <p>通播的主要内容：</p> <p>机场名称、通播发布时间及代码(zulu表示世界协调时)、预期进近类别(ILS/目视……)、使用跑道(跑道编号)、重要的跑道道面情况(干燥/潮湿，刹车效应好/中/差)、延迟等待、过渡高度层、地面风向风速(以地磁北极方向为零度，顺时针方向的度数)、能见度、跑道视程(以米或英尺为单位)、现行天气报告(雨/雪/雾……)、大气温度、露点、高度表拨正值(场压及修正海压，以百帕或英寸汞柱为单位。)、趋势型着陆天气预报；其它必要的飞行情报以及自动情报服务的特殊指令。</p> <p>举例：</p> <p>XX机场情报通播 K, 0100 世界协调时。着陆使用跑道36右，盲降进近，主起飞跑道36左。跑道湿，刹车效果差。风向 280度，风速6米每秒，阵风12米每秒，能见度 4000米，小雨，密云，云底高 900米，温度23摄氏度，露点 22摄氏度，场压1002百帕，修正海压1006百帕。滑行道L关闭。首次与管制员联络时报告您已收到通播K。</p> <p>此外，还有数字化的航站自动情报服务系统(D-ATIS)，用以改进只提供语音服务的ATIS系统，利用合成语音和数据链两种方式将ATIS信息上传给飞机。</p>	

样题：飞行员通过ATIS可以获取哪些信息？

<h3>9.2.1 无线电通信规则</h3>	备注：航空通信程序指南 (AC-91-FS-2016-32)
<p>一、航空移动服务-语音通信</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 任何时候通信均应严格遵守相应的规范和标准，已列明的所有情况下均应使用ICAO指定的标准通信用语，只有当标准用语不能清楚表达意图时，方可使用日常用语。 2. 通信守听/服务时限 <ol style="list-style-type: none"> (1) 飞行中，航空器电台应根据局方规定保持守听，除考虑到安全因素以外，在停止守听前应通知相关的航空电台。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 除使用另一部甚高频通信、受机载设备限制或驾驶舱任务分配不允许同时守听两个频率的情形外，航空器在远程跨水运行或者在指定需要配置ELT（应急定位发射机）的区域飞行时，必须持续守听应急频率121.5 MHz。 2) 在存在航空器交汇或者其它危险情况的空域或航路中，航空器应持续守听应急频率121.5MHz，且局方已颁布相关规定。 3) 除了以上提到的情况外，在其它情况下，建议飞行中的航空器也应尽量守听121.5MHz。 4) 空对空甚高频的使用者应确保对指定的空中交通服务频率、应急频率或者其它强制要求守听的频率保持足够的监控。 (2) 航空电台应按照局方要求保持守听通信频率。 (3) 只要安装的与应急频率相关的设备在服务时限内，航空器应持续守听应急频率121.5 MHz。 3. 甚高频通信转换 <ol style="list-style-type: none"> (1) 航空电台会按规定的程序通知航空器从一个无线电频率转换到另一个频率。在未得到转换通知的情况下，航空器电台应在转换频率前通知相应的航空电台。 (2) 航空器电台在甚高频初始建立联系或准备脱离时，根据局方要求发送建立或脱离该频率的电报。 <p>二、通信技巧</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 每一条写出来的电报在发送之前应读一遍，以减少通信中不必要的停顿； 2. 通信时要使用平时正常交谈的语气，简明扼要； 3. 每一次通信中都尽可能的让对方理解自己。为了达到这一目标，空勤人员和地面人员应： <ol style="list-style-type: none"> (1) 让每一个单词的发音都清楚简明； (2) 保持一个恒定的语速，每分钟不要超过100个单词（英语）；如果需要记录发送给航空器的电报，那么发送者需要使用更慢的语速，以留出充足的记录时间；发送数字电报前稍微停顿，可以提高电报的可理解度； (3) 持续保持合适大小的音量； (4) 熟悉麦克风的使用技巧，应与麦克风保持一个合适的恒定距离； (5) 如果头部需要离开麦克风的话音接收范围时，应暂时停止发送语音。 4. 语音通信技巧广泛适用于各种通信情况； 5. 应使用日常用语或者ICAO专用术语发送航空通信电报，不能以任何形式改变电报的含义。除了那些我们经常使用，并且可以被航空从业人员广泛理解的缩写词，正常情况下应将ICAO的缩写词转换成原来未被缩写时易于理解的完整词语后，再发送给航空器电台。 	

6. 为了提升通信效率，在对电报的准确性和可理解度未造成影响的情况下，可不考虑语法要求；
7. 如果发送电报内容较多，发送过程中应间隔性停顿，以便发送者确定频率通话音质清晰，并且如果需要的话，接收者可以要求发送者重复电报未听清的部分。

样题：航空通信可以使用日常用语吗？

9.2.2 特殊情况下的通信程序

备注：CCAR91-R2第91.185条

9.2.2.1 双向无线电失效

1. 除空中交通管制批准外，在飞行过程中，当双向无线电通信失效时航空器驾驶员必须遵守本条的规则。
 2. 如果无线电通信失效发生在目视飞行规则条件下，或者在失效后处于目视飞行条件，航空器驾驶员应当按目视飞行规则继续飞行，并尽快着陆。
 3. 如果无线电失效发生在仪表飞行规则条件下，并且不能按照第2条实施目视飞行规则飞行，航空器驾驶员应当根据以下规定继续飞行：
 - (1) 按照下列规定确定飞行航线：
 - 1) 按照最后接到的空中交通管制许可所指定的航线继续飞行；
 - 2) 如果航空器正在被雷达引导，从无线电失效点直接飞向雷达引导指令所指定的定位点、航线或航路；
 - 3) 在没有指定航线时，按照空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的航线飞行；
 - 4) 如果不能按照3) 中所述航线飞行时，则按照飞行计划所申请的航线飞行。
 - (2) 按照下列高度或高度层中最高者飞行：
 - 1) 无线电失效前最后一次空中交通管制许可中所指定的高度或飞行高度层；
 - 2) 仪表飞行规则运行的最低高度或高度层；
 - 3) 空中交通管制曾告知在后续指令中可能同意的高度或高度层。
 - (3) 离开空中交通管制许可界限
 - 1) 当空中交通管制许可界限是起始进近定位点的情况下，航空器驾驶员如果已收到空中交通管制给出的发布下一许可的时刻，应当在接近此时刻时开始下降或下降和进近；如果未曾收到发布下一许可的时刻，则尽可能按照提交的飞行计划所计算出的预计到达时刻或(与空中交通管制一起)修正的航路预计到达时刻下降或下降和进近。
 - 2) 在许可界限不是起始进近定位点的情况下，航空器驾驶员如果已收到过空中交通管制给出的预计发布下一许可的时刻，应当在此时刻离开许可界限；如果未曾收到过发布下一许可的时刻，应当在到达该许可界限上空时继续飞向起始进近定位点，并尽可能按照提交的飞行计划所计算出的预计到达时刻或(与空中交通管制一起)修正的航路预计到达时刻开始下降或下降和进近。
- 当一个航空器电台没有在指定频率上与地面航空电台取得联络时，应设法在适合于该航线的另一频率上建立联系，如果此举仍不奏效，则应在适合于该航线的频率上与其它航空器或航空电台建立联系。
- 如果上述方法不见效，航空器应当在指定的频率上发送其电文，每次两遍，在电文前使用术语“盲发”，并在必要时，将电文的接收单位也包括在内。
- 当航空器因接收机失效而无法建立通信联络时，应在使用频率上按预定时间或位置报告点发送位置报告，电文前使用“因接收机失效盲发”的术语。航空器应当发送所需的电文，随之再将电文完整地重复一遍，在此期间还应通知其下一次发送的时间。
- 在航空器因机载设备失效而无法建立通信联络时，装备二次雷达设备的航空器，应选用相应的(显示无线电失效)二次雷达应答机编码7600。

样题：在双向无线电失效的情况下，应答机编码应调至多少？

<p>9.2.2 特殊情况下的通信程序</p> <p>9.2.2.2 紧急和遇险下的通信程序</p>	备注：CCAR91-R2第91.185条
<p>飞行中的特殊情况可根据紧急和严重程度分为遇险和紧急两类：</p> <p>遇险即飞机遭受到严重或急迫的危险，需要立即帮助的状况。如起落架故障、严重的机械故障等情况。</p> <p>紧急即看到或涉及到飞机安全或别的车辆安全或在飞机上（车上）人员安全的状况，不需要立即帮助。如机上乘客需要急救、飞机油量低等情况。</p> <p>遇险或紧急通信的第一次通信时，以“MAYDAY”开始表示遇险信号；以“PAN PAN”开始表示紧急信号。遇险或紧急信号讲三次；</p> <p>遇险和紧急情况的信息应在当时所用的频率上发送，其内容的发送应按照下列顺序：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.收电电台的名称； 2.航空器的识别标志； 3.紧急情况的性质； 4.航空器驾驶员的意图； 5.现在位置、高度和航向； 6.其他有用的情报。 <p>遇险或紧急呼叫通常在所使用的频率上完成。遇险呼叫通信应在这个频率上保持连续，除非认为转换到另外的频率上能提供更好的帮助。尽管121.5MHZ 是指定的国际航空紧急频率，但是并不是所有航空电台都只在这个频率保持连续守听，如果认为需要或想要转换频率，那么频率转换不能妨碍别的通信频率；</p> <p>在遇险或紧急通信业务中，在其后的任何通信开始时，允许使用遇险和紧急信号，（MAYDAY/PANPAN）。</p>	

样题：当遇到紧急情况时，应如何使用通信？

9.3.1 甚高频通信系统	备注:
<p>直升机上最重要也是应用最广泛的无线电通信设备是甚高频通信系统(VHF COMM)。它是一种近距离的直升机与其他航空器之间、直升机与地面电台之间的通信系统。</p> <p>ICAO(国际民航组织)规定 VHF 通信系统的工作频率范围为 117.975-137MHz (136-137M 目前保留)，频率间隔为 25KHz，近年来为节约频带，频率间隔也选择 8.33KHz。</p> <p>甚高频通信系统的电波主要以空间波方式传播，其有效传播距离一般限于视距内传播，通信距离较近。若飞行高度增加，其通信距离会增加。</p> <p>目前，VHF 地空语音通信的调制方式为普通调幅 (AM)。</p>	

样题：甚高频通信系统的频率间隔为多少？

9.3.2高频通信系统	备注:
<p>高频通信系统(HF COMM)是一种比 VHF 通信系统传播距离更远的机载远程通信系统，通信距离可达数千公里，它可以为空中交通管制部门、航空公司航务管理部门与飞行员之间提供话音通信服务，但通常这样的话音通信服务需要通过专门的短波电台运营公司和相关的地面通信电路来提供转接服务。高频地空通信目前主要用于大洋、荒漠、高山等 VHF 通信难以覆盖的航路和区域。</p> <p>民航高频通信系统使用频段为 2.8-22MHz，频率间隔为 1KHz。高频通信系统主要利用天波进行传播，信号传播距离远，并且传播的距离随时间、电波频率和飞行高度的不同而有所改变。</p> <p>高频电波由于进入电离层的深度较深、传播距离较远，由电离层扰动、雷电、静电、电气设备和其它辐射引起的各种干扰都可以从很远的距离接收到，这就产生了典型的无线电背景噪声，导致高频通信的质量较差。高频通信的另一个特征是衰落，也就是由于电离层的长期和瞬时变化导致的接收端信号的突然的无规则的变化。</p> <p>现代机载高频通信系统都是调幅和单边带兼容的系统，单边带通信可以大大压缩所用的频带宽度，增加电台容量，节省发射功率。</p>	
样题：高频通信系统有什么特点？	