



仪表等级理论考试 知识点（试行）

中国民用航空局飞行标准司
2016年6月

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.1 执照、合格证和等级的基本要求

备注： 民航法第四十条、第四十一条；CCAR61.9

知识掌握程度：

了解驾驶员执照和合格证的基本要求；
掌握仪表等级的要求。

知识要点：

一、驾驶员执照的基本要求

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。

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。

二、体检合格证要求

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。

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。

三、仪表等级

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，应当符合下列要求之一：

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。

思考题：

持有私用驾驶员执照能否在仪表飞行规则(IFR) 条件下担任航空器机长？

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.2 执照的年龄限制、证件的检查要求

备注： 民航法第四十条、第四十一条；CCAR61.9

知识掌握程度：

了解飞行证件检查的要求；
了解对特定运行的年龄限制。

知识要点：

一、运行的年龄限制

驾驶员应当遵守相应运行规章对驾驶员年龄的限制，如下图：

类别	年龄限制
学生驾驶员执照	年满16周岁
运动驾驶员执照	年满17周岁
商用驾驶员执照	年满18周岁
多人制机组驾驶员执照	年满18周岁
航线运输驾驶员执照	年满21周岁

二、证件检查持有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。

思考题：

各类执照的年龄限制分别是多少？

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.3 临时执照

备注: CCAR61.19

知识掌握程度:

了解临时执照的有效期和作用;

了解临时执照的失效。

知识要点:

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，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。

思考题:

临时执照和正式执照上在行使权利时有何区别？

1.1.1 执照、合格证和等级

备注： CCAR61. 21

1.1.1.4 执照的有效期

知识掌握程度：

掌握关于执照有效期的规定。

知识要点：

一、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。

二、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。

三、除学生驾驶员执照外，按CCAR61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。

思考题：

学生驾驶员执照的有效期是多少？

1.1.1 执照、合格证和等级

备注： CCAR61.13

1.1.1.5 航空器的类别等级、级别等级、型别等级和仪表等级

知识掌握程度：

了解航空器的类别等级、级别等级、型别等级和仪表等级。

知识要点：

一、类别等级：飞机、直升机、飞艇、倾转旋翼机

二、级别等级：单发陆地、多发陆地、单发水上、多发水上。

三、型别等级：

1. 审定为最大起飞全重在5700千克以上的飞机；
2. 审定为最大起飞全重在3180千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。

四、仪表等级（仅用于私用和商用驾驶员执照）：

1. 仪表—飞机；
2. 仪表—直升机；
3. 仪表—飞艇；
4. 仪表—倾转旋翼机。

思考题：

航空器的类别等级是如何划分的？

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.6 航空器等级限制

备注： CCAR61. 27

知识掌握程度：

了解对飞行员型别等级的要求；

了解类别、级别等级的要求。

知识要点：

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：

1. 审定为最大起飞全重在5700 千克以上的飞机；
2. 审定为最大起飞全重在3180千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。

二、类别、级别和型别等级的要求：

1. 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）。

2. 在CCAR-61. 27条(c) (1) 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：

- (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) 接受了CCAR-61部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。

3、持有飞机类别单发陆地或多发陆地级别等级的驾驶员可以行使附带陆地等级的初级飞机执照所赋予的权利；持有飞机类别单发水上或多发水上级别等级的驾驶员可以行使附带水上等级的初级飞机执照所赋予的权利；持有飞艇类别等级的驾驶员可以行使附带小型飞艇等级的运动驾驶员执照所赋予的权利。

三、CCAR-61. 27条的等级限制不适用于下列人员：

1. 学生驾驶员执照的持有人；
2. 在航空器取得型号合格证之前，按试验或特许飞行证实施飞行期间，操作该航空器的驾驶员执照持有人；
3. 正在接受局方实践考试的申请人。

思考题：

担任何种航空器的机长应当持有适合该航空器的型别等级？

1.1.1 执照、合格证和等级

备注： CCAR61.27

1.1.1.7 航空器的附加训练要求

知识掌握程度：

了解高空增压飞机的附加训练要求；

了解后三点飞机的附加训练要求；

了解复杂飞机的附加训练要求。

知识要点：

一、驾驶高空运行的增压飞机所要求的附加训练：

1. 在实用升限或最大使用高度（以低者为准）高于平均海平面（MSL）7600米（25000英尺）的增压飞机上担任机组成员的驾驶员，应当完成本款规定的地面和飞行训练，并且由授权教员在其飞行经历记录本或训练记录上签字，证明其已经完成了附加训练。这些训练包括：

2. 驾驶员提供文件证明，其在增压飞机或者在能代表增压飞机的经批准的飞行模拟机或飞行训练器上，完成了下列检查之一，则不必进行CCAR-61.27条(d)(1)要求的训练：

- (1) 完成了由军方执行的机长检查；
- (2) 按CCAR-121完成了机长或副驾驶熟练检查。

二、驾驶后三点飞机所要求的附加训练：

在后三点飞机上担任机长的驾驶员，应当已经接受了后三点飞机的飞行训练六、驾驶复杂飞机所要求的附加训练。

三、在复杂飞机上担任机长的驾驶员，应当在复杂飞机上或者在代表复杂飞机的飞行模拟机或飞行训练器上，得到授权教员提供的地面和飞行训练，该教员认为其已经熟悉该飞机的系统和操作，并在飞行经历记录本上作出训练记录和证明其合格于驾驶复杂飞机的签字。

四、对于操纵有特殊要求的航空器应遵守局方的附加要求。

思考题：

驾驶高空运行的增压飞机需要进行哪些附加训练？

<p>1.1.1 执照、合格证和等级</p> <p>1.1.1.8 检查与考试</p> <p>知识掌握程度:</p> <p>了解理论考试、熟练检查、实践考试、定期检查的基本概念 了解实践考试的一般要求; 了解熟练检查的一般要求。</p> <p>知识要点:</p> <p>一、理论考试</p> <p>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>二、实践考试</p> <p>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>实践考试的一般要求如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 判断执照或者等级申请人的操作能力应当依据下列标准： <ol style="list-style-type: none"> (1) 按照经批准的实践考试标准，安全完成相应执照或者等级规定的所有动作和程序； (2) 熟练准确地操纵航空器，具有控制航空器的能力； (3) 具有良好的判断力； (4) 能灵活应用航空知识； (5) 如果航空器型号合格审定为单驾驶员操纵，则应当演示其具有单驾驶员的独立操作能力。 2. 如果申请人未能按照CCAR-61.57条(a)完成任一必需的驾驶员操作，则该申请人实践考试为不合格。在申请人合格完成任一驾驶员操作之前，该申请人不得取得所申请的执照或等级。 3. 由于恶劣的天气条件、航空器适航性或其他影响飞行安全的情况发生时，考试员或者申请人可以随时中断考试。如果实践考试中断，在符合下列规定时，局方可以承认申请人已经完成并合格的操作： <ol style="list-style-type: none"> (1) 申请人在中断实践考试后60天内通过剩下的实践考试； (2) 申请人在继续考试时应当出示中断考试证明。 4. 申请人在一个或者多个操作上不合格，则该实践考试应判定为不合格。 <p>三、熟练检查</p> <p>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。熟练检查由考试员在航空器或相应的飞行模拟机上实施。</p> <ol style="list-style-type: none"> 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。 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。 3. 对于商业运行，在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>备注： CCAR61.59</p>
--	----------------------

(转下一页)

1.1.1 执照、合格证和等级

备注： CCAR61.59

1.1.1.8 检查与考试

(接上一页)

4. 驾驶员执照持有人在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。

思考题：

按照CCAR61部的规定，商业运行中驾驶员熟练检查的期限是什么？

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.9 语言能力与无线电通信资格

备注： CCAR61. 29

知识掌握程度：

了解驾驶员的语言能力要求和无线电通信资格。

知识要点：

一、按照CCAR61部取得驾驶员执照的人员通过了局方组织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。2014年12月31日之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。

二、按照CCAR61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。

1. 在2008年3月4日以前颁发的执照上已取得英语无线电陆空通信签注的，等同于英语语言能力3级。

2. 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，其执照上应当具有英语语言能力4级或4以上的等级签注。对于执照上签注的英语语言能力低于6级的，还应当定期通过英语语言能力等级测试。

三、执照上签注了语言能力4级以上的人员，具有相应语言的无线电通信资格。

思考题：

除经局方批准外，按照CCAR-61部取得的飞机驾驶员执照持有人在使用英语通信前，应获得怎样的资质？

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.10 夜间飞行限制

备注： CCAR61. 171

知识掌握程度：

了解带有“禁止夜间飞行”限制的执照的要求。

知识要点：

一、对于不满足本章夜间飞行训练要求的申请人可为其颁发带有“禁止夜间飞行”限制的驾驶员执照。

二、带有“禁止夜间飞行”限制的驾驶员执照持有人，不得在从事公共航空运输的航空器上担任驾驶员。

三、当上述执照持有人完成了CCAR-61部所要求的相应的夜间飞行训练，并向考试员出示授权教员签注的飞行经历记录或训练记录，证明其完成了要求的夜间飞行训练并经考试员考试合格时，局方可撤销签注在该执照上的“禁止夜间飞行”限制。

思考题：

带有“禁止夜间飞行”限制的驾驶员执照持有人，能否在从事公共航空运输的航空器上担任驾驶员？

1.1.1 执照、合格证和等级

1.1.1.11 涉及酒精或药物的违禁行为和处罚

备注： CCAR61.15；CCAR61.17；
CCAR91.19；CCAR91.1607

知识掌握程度：

- 了解对酒精和药物的禁止要求；
- 了解对酒精和药物违禁行为的处罚。

知识要点：

一、涉及酒精或者药物的违禁行为

1. 驾驶员执照持有人在饮用任何含酒精饮料之后的8小时之内或处在酒精作用之下，血液中酒精含量等于或者大于0.04%，或受到任何药物影响损及工作能力时，不得担任机组成员。
(CCAR61.15)
2. 驾驶员执照持有人应当按照局方的要求接受酒精或者药物检验或提供检验结果。
(CCAR61.17)

二、涉及酒精或药物的违禁行为的处罚

1. 对于违反CCAR61.15条规定的执照持有人，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。
2. 对于违反CCAR61.17条规定拒绝、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。

思考题：

拒绝接受酒精测试或拒绝将测试结果提供给局方的行为将收到怎样的处罚？

1.1.2 体检合格证

备注： CCAR61.25

1.1.2.1 关于驾驶员持有体检合格证的要求

知识掌握程度：

掌握持有体检合格证的基本要求；
掌握可以不持有体检合格证的情形。

知识要点：

一、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、直升机或倾转旋翼机商用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；
3. 行使下列权利时，驾驶员应当持有局方颁发的 II 级或者 I 级体检合格证：
 - (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。

二、下列情形下，驾驶员可以不持有体检合格证：

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或等级的训练、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或等级的训练、考试或检查。

思考题：

在飞行模拟机或者飞行训练器上接受为取得执照或等级的训练、考试或检查，是否必须持有体检合格证？

1.1.2 体检合格证 1.1.2.2 体检合格证的类别及有效期	备注: CCAR67.19;CCAR67.21; CCAR67.33;CCAR67.35
---	--

知识掌握程度:

- 掌握体检合格证的类别及适用范围;
- 掌握I级和II级体检合格证的有效期;
- 了解体检合格证有效期的延长条件和批准。

知识要点:

一、体检合格证分下列类别：

1. I级体检合格证;
2. II级体检合格证;
3. III级体检合格证，包括IIIa、IIIb级体检合格证;
4. IV级体检合格证，包括IVa、IVb级体检合格证。

各类飞行人员应持有I级或II级体检合格证，其他空勤人员和管制员应持有III或IV级体检合格证。I级和II级体检合格证的有效期及适用人员如下表所示：

体检合格证类别	适用人员	有效期
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	有效期为12个月，年龄满60周岁以上者为6个月。其中参加《大型飞机公共航空运输承运人运行合格审定规则》(CCAR-121)规定运行的驾驶员年龄满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或者持有人	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

二、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。体检合格证持有人可以在体检合格证有效期届满30日前，申请更新体检合格证。

三、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。

思考题:

I 级和 II 级体检合格证的有效期及适用人员是如何规定的？

1. 1. 2体检合格证

备注： CCAR67. 49; CCAR67. 51

1. 1. 2. 3体检合格证的注销

知识掌握程度：

- 了解体检合格证被撤销的情形；
了解注销体检合格证的情形。

知识要点：

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CCAR-67部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。

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。

二、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。

思考题：

若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，对其的处罚是什么？

1.1.3 仪表等级的要求

1.1.3.1 仪表飞行经历时间的界定

备注： CCAR61. 51

知识掌握程度：

理解仪表飞行经历时间的界定。

知识要点：

仪表飞行经历时间：

- 一、驾驶员可将在实际或者模拟仪表飞行条件下，仅参照仪表操作航空器的时间，记作仪表飞行经历时间；
- 二、授权教员可将在实际仪表气象条件下执行仪表飞行教学期间的时间记作仪表飞行经历时间；
- 三、每次记录应当包括完成每次仪表进近的地点和类型；
- 四、为满足申请执照或等级以及仪表近期经历的要求，在授权教员的监视下，在飞行模拟机、飞行训练器或其他经批准训练设备上模拟仪表飞行的时间可记作仪表飞行经历时间。

思考题：

在飞行模拟机、飞行训练器或其他经批准训练设备上模拟仪表飞行的时间是否可记作仪表飞行经历时间？

1.1.3 仪表等级的要求

1.1.3.2 机长近期经历的仪表经历要求

备注： CCAR61.61

知识掌握程度：

理解机长近期经历中的关于仪表经历的要求。

知识要点：

仪表经历要求：

一、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。

二、不符合CCAR61.61 (c) (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。

思考题：

仪表熟练检查的部分内容能否在相应的飞行训练器上来完成？

1. 1. 3 仪表等级的要求

备注: CCAR61. 83

1. 1. 3. 3 增加仪表等级对飞行员的要求(1/2)

知识掌握程度:

- 理解增加仪表等级的基本要求;
- 了解增加仪表等级的航空知识要求;
- 了解增加仪表等级的飞行训练要求;
- 了解增加仪表等级的飞行经历要求;
- 了解增加仪表等级的考试要求。

知识要点:

增加仪表等级	
要求	(1) 持有私照; (2) 理论培训、考试; (3) 经历、飞行训练、实践考试
内容	可选三种训练 (NDB/VOR/ILS/RNP)

一、基本要求:

应当至少持有现行私用驾驶员执照，该执照应当带有适用于所申请仪表等级的飞机、直升机、飞艇或倾转旋翼机等级；

二、航空知识要求:

仪表等级理论考试的申请人，应当已接受授权教员提供的地面训练，内容至少包括适用于所申请等级的航空知识；

三、飞行训练要求:

1. 仅按仪表操作航空器并准确完成各项机动飞行；
2. 使用无线电导航设备进行仪表飞行规则（IFR）航行，包括遵守空中交通管制指令和程序；
3. 使用无线电导航设备进近至局方公布的最低标准；
4. 在模拟或者实际的仪表飞行规则（IFR）条件下，在中国民用航路或者空中交通管制（ATC）指定航线上的转场飞行；
5. 模拟的紧急情况，包括设备或仪表故障、失去通信联络以及失去进近条件后的复飞程序以及到非计划的备降机场备降；
6. 具有识别并且管理威胁与差错的能力。

(转下一页)

1. 1. 3仪表等级的要求 1. 1. 3. 3 增加仪表等级对飞行员的要求 (2/2)	备注: CCAR61. 83
<p>四、飞行经历要求:</p> <p>1. 至少50小时担任机长的转场飞行, 其中至少 10 小时是在所申请仪表等级的航空器上获得的;</p> <p>2. 40小时的实际或者模拟仪表时间, 其中可以包括不超过 20 小时的在飞行模拟机或者飞行训练器上由授权教员提供仪表训练的时间。</p>	
<p>五、航空知识考试要求</p> <p>1. 理论考试的一般程序</p> <p>(1) 理论考试应当由局方指定的监考员主持, 并在指定的时间和地点进行。</p> <p>(2) 理论考试必须在按照咨询通告《民用航空器驾驶员执照理论考试点要求》(AC-61-014)相关规定建立的经授权的考试中心或考试点进行。</p> <p>2. 理论考试申请人应当符合的条件</p> <p>(1) 出示由培训机构出具的培训证明或具有相应等级的飞行教员签字证明, 表明其已完成CCAR-61部对于所申请执照或者等级要求的地面训练或自学课程。</p> <p>(2) 出示本人的居民身份证件、护照或者其他局方认可的合法证件, 以及本人已经获得的按CCAR-61部颁发的执照。对于尚未获得按CCAR-61部颁发的执照的人员, 其参加理论考试时出示的身份证明必须与其日后申请执照时所持身份证明号码相符, 否则其成绩不予承认。</p> <p>(3) 参加执照理论考试的申请人按照国家有关规定交纳理论考试费后, 方可参加考试。参加补考, 需重新交纳理论考试费。</p> <p>(4) 对于申请补考的申请人, 要求申请人出示上一次考试成绩单, 在该成绩单下方上有培训机构印章或具有相应等级飞行教员签注, 证明该申请人针对上次理论考试未通过的航空知识内容接受了必要的补充训练, 具备能力通过理论考试。补考日期与上一次同科目考试日期间隔最少为28个日历日。</p>	
<p>思考题:</p> <p>申请增加仪表等级驾驶员, 要满足怎样的飞行经历要求?</p>	

1.2.1 起飞和着陆

备注: CCAR91.175

知识掌握程度:

- 掌握仪表飞行条件下决断高/高度或最低下降高/高度的规定;
- 掌握仪表飞行条件下进近到低于决断高/高度或最低下降高/高度的条件;
- 掌握需要执行复飞程序的情况。

知识要点:

一、仪表飞行条件下决断高/高度或最低下降高/高度的规定:

除经局方批准外，在需要仪表进近着陆时，民用航空器驾驶员必须使用为该机场制定的标准仪表离场和进近程序。在所用进近程序中规定了决断高度 / 高(DA/DH) 或最低下降高度/高(MDA / MDH) 时，经批准的决断高度 / 高(DA / DH) 或最低下降高度/高(MDA / MDH) 是指下列各项中的最高值：

1. 进近程序中规定的决断高度 / 高(DA/DH) 或最低下降高度 / 高(MDA / MDH)。
2. 为机长规定的决断高度 / 高(DA/DH) 或最低下降高度 / 高(MDA / MDH)。
3. 根据该航空器的设备，为其规定的决断高度 / 高(DA/DH)

二、仪表飞行条件下进近到低于决断高/高度或最低下降高/高度的条件

1. 该航空器持续处在正常位置，从该位置能使用正常机动动作以正常下降率下降到计划着陆的跑道上着陆，并且，对于按照CCAR-121部或其他公共航空运输运行规章的运行，该下降率能够使航空器在预定着陆的跑道接地区接地；
2. 飞行能见度不低于所使用的标准仪表进近程序规定的能见度；
3. 除II类和III类进近（在这些进近中必需的目视参考由局方另行规定）外，航空器驾驶员至少能清楚地看到和辨认计划着陆的跑道的规定的目视参考之一。

三、需要执行复飞程序的情况

1. 在下列任一时刻，不能要求的目视参考：

- (1) 航空器到达决断高 (DH) 、最低下降高度 (MDA) 或复飞点；
- (2) 在决断高 (DH) 或最低下降高度 (MDA) 以下失去目视参考。

2. 航空器在最低下降高度 (MDA) 或以上进行盘旋机动飞行时，不能清晰辨认该机场特征部分的参照物。

思考题:

航空器在什么情况下必须执行复飞程序？

1. 2. 2 按仪表飞行规则运行的最低高度

备注: CCAR91. 177

知识掌握程度:

掌握按仪表飞行规则运行的最低高度的要求。

知识要点:

一、航空器按仪表飞行规则（IFR）运行时，除起飞和着陆需要外，必须遵守下列最低飞行高度的规定：

1.在进入机场区域内飞行时，不得低于仪表进近图中规定的最低扇区高度，在按照进离场程序飞行时，不得低于仪表进离场程序中规定的高度。在没有公布仪表进离程序或最低扇区高度的机场，在机场区域范围内，航空器距离障碍物的最高点的高度，平原地区不得小于300米，高原、山区不得小于600米。

2.按仪表飞行规则飞行时，在距预定航路中心、航线两侧各25000米水平距离范围内，在平原地区不得在距最高障碍物400米的高度以下，在高原和山区不得在距最高障碍物600米的高度以下飞行。

二、当航空器在未公布的航路上飞行或正在被雷达引导，接到空中交通管制进近许可的驾驶员除要遵守上述（CCAR91.177）条规定外，必须保持空中交通管制最后指定的高度，直至航空器到达公布的航路或进入仪表进近程序。此后，除非空中交通管制另有通知，航空器驾驶员应当按照航路内或程序中公布的高度下降。航空器一旦达到最后进近阶段或定位点，驾驶员可根据局方对该设施批准的程序完成其仪表进近，或继续接受监视或在精密进近雷达引导下进近直到着陆。

思考题:

航空器按仪表飞行规则（IFR）运行时，在航路上的最低安全高度是如何规定的？

1. 2. 3巡航高度和飞行高度层

备注: CCAR91. 179

知识掌握程度:

掌握巡航高度和飞行高度层。

知识要点:

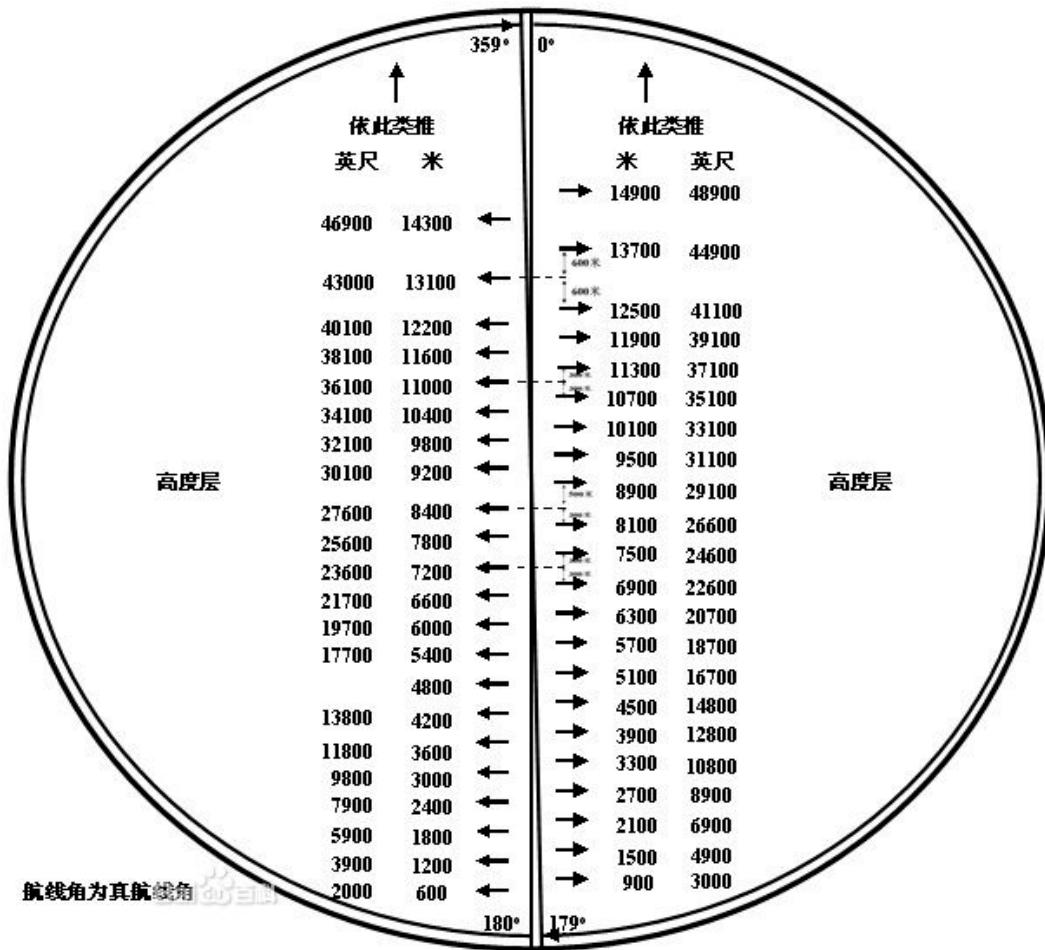
一、航空器驾驶员在按仪表飞行规则巡航平飞时，必须保持空中交通管制指定的高度或飞行高度层。

二、飞行高度层按以下标准划分：

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。



思考题:

飞行高度层划分标准中真航线角是如何量取的？

1. 2. 4 飞行航道

备注: CCAR91. 181

知识掌握程度:

了解飞行航道的要求。

知识要点:

按仪表飞行规则飞行的航空器，应当遵守下列规定：

1. 的航路上，沿该航路的中心线飞行。
2. 何其他航线上，沿确定该航线的导航设施或定位点之间的连线飞行。但是，本条并不禁止为避开其他航空器或为改变飞行高度需要偏离航线的机动飞行。

思考题:

管制员要求飞行员偏离航路中心线飞行，飞行员该如何操作？

1.2.5 空中交通管制

备注: CCAR91.123

知识掌握程度:

掌握空中交通管制的许可和指令的遵守的规定。

知识要点:

空中交通管制的许可和指令的遵守:

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

思考题:

什么情况下驾驶员可偏离管制员的许可？

1. 2. 6 故障报告

备注: CCAR91. 187

知识掌握程度:

理解需要报告的情况
理解需要报告的内容

知识要点:

- 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。
- 二. 要求提交的报告中应当包括下列内容：
 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。

思考题:

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的内容包括什么？

1.3.1 机场运行最低标准

备注：CCAR97 第四章；
AC-97-FS-2011-01；
CCAR91.175

知识掌握程度：

- 理解机场运行最低标准的含义；
- 理解跑道视程(RVR)和地面能见度的比较；
- 理解机场运行最低标准的特殊限制；
- 理解目视运行的最低标准。

知识要点：

一、机场运行最低标准的含义

机场运行最低标准是指机场可用于起飞和进近着陆的运行限制，用以下数据表示：

- 1..对于起飞，用 RVR 和/或 VIS 表示，如需要，还包括云底高；
- 2.对于精密进近 (PA) 和类精密进近 (APV)，用 DA/H 和 RVR/VIS 表示；对于非精密进近 (NPA) 和盘旋进近，用 MDA/H 和 RVR/VIS 表示。

这些数据是民用航空器在民用机场及军民合用机场执行仪表或目视飞行程序使用的机场运行最低标准。

机场运行最低标准也是航空运营人制定本公司在该机场飞行运行最低标准和实施细则的指南。

二、跑道视程(RVR)和地面能见度的比较

除II类或III类运行外，如果在仪表起飞离场和进近程序中规定了起飞或着陆的最低跑道视程，但在该跑道运行时没有跑道视程的报告，则需按下表将跑道视程转换成地面能见度，并使用最低能见度标准实施起飞或着陆。

跑道视程(RVR)和地面能见度对照表

跑道视程	能见度
500米 (1600英尺)	400米 (1/4英里)
720米 (2400英尺)	800米 (1/2英里)
1000米 (3200英尺)	1000米 (5/8英里)
1200米 (4000英尺)	1200米 (3/4英里)
1400米 (4500英尺)	1400米 (7/8英里)
1600米 (5000英尺)	1600米 (1.0英里)
2000米 (6000英尺)	2000米 (1 ¹ / ₄ 英里)

三、机场运行最低标准的特殊限制

除经局方批准外，航空器驾驶员在按仪表飞行规则驾驶航空器进入或离开军用机场时，必须遵守该机场有管辖权的军事当局规定的仪表进行程序和起飞、着陆最低天气标准。

四、目视运行的最低标准

在机场执行目视起飞和进近着陆时，驾驶员应确保飞机在云外飞行，并保持对地面目视参考持续可见。一般情况下，要求机场云底高不小于 300 米；如果机场标高等于或高于 3000 米 (10000 英尺) 时，VIS 不小于 8000 米，如果机场标高低于 3000 米 (10000 英尺) 时，VIS 不小于 5000 米。经局方特殊批准，可使用云底高不低于 100 米，VIS 不下于 1600 米的标准。

思考题：

机场运行最低标准用哪些数据表示？

1.3.2 起飞最低标准

备注：CCAR97 第四章；
AC-97-FS-2011-01；
CCAR91.175

知识掌握程度：

- 掌握基本起飞最低标准；
- 掌握仪表起飞离场最低标准的含义；
- 掌握起飞最低标准的运行限制。

知识要点：

一、基本起飞最低标准

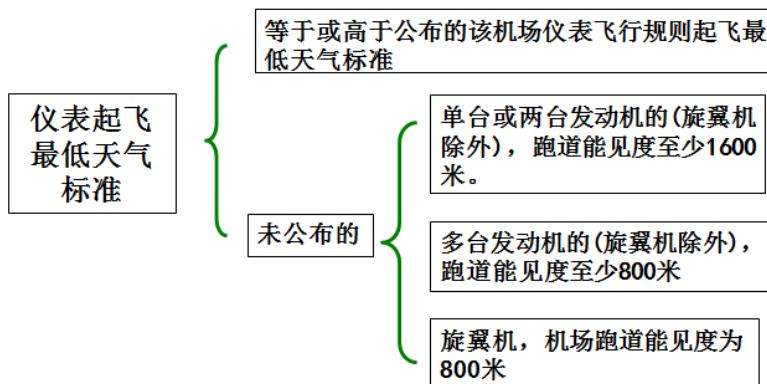
- 1.对于单台或两台发动机的航空器(旋翼机除外)，机场跑道能见度至少1600米。
- 2.对于多台发动机的航空器(旋翼机除外)，机场跑道能见度至少800米。
- 3.对于旋翼机，机场跑道能见度为800米。

在未公布起飞最低天气标准的机场，应执行上述基本起飞最低标准。

二、仪表起飞离场最低标准

除经局方批准外，在需要仪表进近着陆时，民用航空器驾驶员必须使用为该机场制定的标准仪表离场和进近程序。

航空器驾驶员在民用机场按仪表飞行规则起飞时，气象条件必须等于或高于公布的该机场仪表飞行规则起飞最低天气标准。



三、起飞最低标准的运行限制

- 1.当跑道起飞方向的 RVR 或 VIS 低于规定的起飞最低标准时，机组不得开始起飞；
- 2.如果两发（含）以上飞机在一发失效后需要返场着陆，则起飞最低标准不应低于着陆最低标准。

思考题：

在未公布仪表飞行规则起飞最低天气标准的机场，若跑道能见度为1000米，B737能否起飞？
B747能否起飞？

1.3.3 进近着陆最低标准

1.3.3.1 仪表进近程序分类

备注： AC-97-FS-2011-01

知识掌握程度：

理解仪表进近程序的定义；

掌握仪表进近程序的分类；

理解精密进近运行的分类。

知识要点：

一、仪表进近程序（IAP）定义

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

二、仪表进近程序分类

1. 非精密进近（NPA）：有方位引导，但没有垂直引导的仪表进近；

2. 类精密进近（APV）：有方位引导和垂直引导，但不满足建立精密进近和着陆运行要求的仪表进近；

3. 精密进近（PA）：使用精确方位和垂直引导，并根据不同的运行类型规定相应最低标准的仪表进近。

三、精密进近运行分类

根据 DH（DH）和 RVR（RVR）（或能见度（VIS））将精密进近着陆分为以下类别：

I 类运行：DH不低于60米（200英尺），能见度不小于800米或RVR不小于550米的精密进近着陆。

II 类运行：DH低于60米（200英尺），但不低于30米（100英尺），RVR不小于300米的精密进近着陆。

III A类运行：DH低于30米（100英尺）或无DH，RVR不小于175米的精密进近着陆。

III B类运行：DH低于30米（100英尺）或无DH，RVR小于175米，但不小于50米的精密进近着陆。

III C类运行：无DH和无RVR限制的精密进近着陆。

注：由于II类和III类运行需要经过培训并取得相应资质后方可运行，在仪表等级执照理论考试阶段不要求掌握。

思考题：

仪表进近程序分为哪几类，分别是什么含义？

1. 3. 3 进近着陆最低标准

1. 3. 3. 2 I类PA和APV的最低标准

备注: AC-97-FS-2011-01

知识掌握程度:

理解 I 类 PA 和 APV 的最低标准。

知识要点:

I 类 PA 和 APV 的最低标准应当包括 DA/H 以及 RVR 或 VIS 两个要素

I 类 PA 使用 ILS 或 GLS。除非特殊批准，其 DH 不低于 60 米 (200 英尺)，RVR 不低于 550 米。APV 使用气压垂直导航的 RNP APCH 或 RNP AR 或者是使用星基增强系统 (SBAS)。除非特殊批准，其 DH 不低于 75 米 (250 英尺)，RVR 不低于 800 米。

DH 和 MDH 不应低于飞行程序设计为各飞机类别所确定的超障高 (OCH)。

DA/H 的公布数值应当按 5 米向上取整。

思考题:

I 类 PA 和 APV 的最低标准包含哪两个要素？具体标准是什么？

1.3.3 进近着陆最低标准

1.3.3 NPA的最低标准

备注： AC-97-FS-2011-01

知识掌握程度：

理解 NPA 的最低标准。

知识要点：

一、非精密直线进近的最低标准应当包括MDA/H和VIS两个要素。

二、最低下降高度 / 高

最低下降高度 / 高应当以仪表进近程序确定的超障高度 / 高为基础，最低下降高度的数值可以高于但不得低于超障高度。航空营运人出于对其飞机的性能、机载设备、飞行机组技术水平和经验等因素的考虑，在根据超障高计算最低下降高度时，可以增加一个余度。

最低下降高度或最低下降高的公布数值应当按5米向上取整。

三、能见度

驾驶员为了及时取得目视参考以便从最低下降高度/高安全下降和机动飞行至着陆所需要的最低能见度，决定于飞机的分类、最低下降高度/高、可用目视助航设施以及进近方式(直线进近或盘旋进近)。通常，在下列情况下要求的能见度较小：

- 1.进近速度较小的飞机；
- 2.最低下降高度/高较低；
- 3.目视助航设施较好。

四、NPA可使用下表所列导航设施和设备。除非特殊批准，期MDH值不低于75米（250英尺），RVR/VIS不低于800米。

NPA的导航设施与其对应的最低的MDH

设施	最低的MDH
仅有航向台 (ILS下滑台GP不工作)	75米（250英尺）
RNP (LNAV)	90米（300英尺）
VOR	90米（300英尺）
VOR/DME	75米（250英尺）
NDB	105米（350英尺）
NDB/DME	90米（300英尺）

思考题：

非精密直线进近的最低标准包含哪两个要素？具体标准是什么？

1. 3. 3 进近着陆最低标准

备注: AC-97-FS-2011-01

1. 3. 3. 4 进近着陆最低标准的运行限制

知识掌握程度:

掌握进近着陆的运行限制。

知识要点:

一、如果报告的 RVR 或 VIS 低于程序规定的着陆最低标准，在飞越最后进近定位点（FAF）或等效点之前，驾驶员不得继续进近；如果在飞跃 FAF 或等效点之后，驾驶员则可以继续进近到 DA/H 或者 MDA/H。

二、飞机到达 DA/H，或者在非精密进近到达 MDA/H 后至复飞点前，并且满足下列条件，方可继续下降至 DA/H 或 MDA/H 以下：

1. 该飞机持续处在正常位置，从该位置能使用正常机动动作以正常下降率下降到计划着陆的跑道上着陆；
2. 飞行能见度不低于所使用的标准仪表进近程序规定的能见度；
3. 已取得要求的目视参考。

否则，不论天气报告如何，如果不能取得外界目视参考，或者根据可用的目视参考，飞机相对于着陆航径的位置不能保证成功着陆，则必须开始实施复飞

三、只有报告的 VIS 不小于规定的盘旋进近最低能见度，并已取得和保持对跑道或跑道环境的目视参考，使之能确定飞机相对于跑道的位置，保持在规定的盘旋区内，驾驶员才能执行盘旋进近程序。

四、在进近过程中任何时候飞机到达 MDA/H 或 DA/H 之前，如果遇到严重颠簸，或者由于机载或地面设备故障而导致进近不稳定，驾驶员不得继续进近。

五、在仪表进近程序中转为目视飞行，驾驶员应获得充分的目视参考，以保证能正确判明飞机相对于着陆航迹的位置和高度。

思考题:

飞机到达 DA/H，或者在非精密进近到达 MDA/H 后至复飞点前，飞机处在正常下降着陆位置，未能取得外界目视参考，应执行什么程序？

1.3.3 进近着陆最低标准

1.3.3.5 进近着陆中的目视参考

备注： AC-97-FS-2011-01

CCAR91.175

知识掌握程度：

理解进近着陆中的目视参考的相关规定。

知识要点：

一、一般规定

只有符合下列条件，航空器驾驶员方可驾驶航空器继续进近到低于决断高度 / 高(DA / DH)或最低下降高度 / 高(MDA / MDH)。除II类和III类进近（在这些进近中必需的目视参考由局方另行规定）外，航空器驾驶员至少能清楚地看到和辨认计划着陆的跑道的下列目视参考之一：

1. 进近灯光系统，但是如果驾驶员使用进近灯光作为参照，除非能同时清楚地看到红色终端横排灯或红色侧排灯，否则不得下降到接地区标高之上 30米(100英尺)以下；
2. 跑道入口；
3. 跑道入口标志；
4. 跑道入口灯；
5. 跑道端识别灯；
6. 目视进近下滑坡度指示器；
7. 接地区或接地区标志；
8. 接地区灯；
9. 跑道或跑道标志；
10. 跑道灯。

二、特殊规定

1. 在 I 类精密进近，规定的目视参考应当包括横排灯或者入口灯，并且至少应当有 6 个连续的进近灯、跑道灯或者两者的组合。

2. 在非精密进近，如无进近灯，规定的目视参考应当包括接地点。如有进近灯，则不要求在最低下降高度 / 高看到接地点，但在看到横排灯或者入口灯之外至少应当看到 7 个连续的进近灯、跑道灯或者两者的组合。

思考题：

航空器驾驶员要驾驶航空器继续进近到低于决断高度 / 高(DA / DH)或最低下降高度 / 高(MDA / MDH)，必须符合什么条件？

1. 3. 3 进近着陆最低标准

1. 3. 3. 6 进近灯光系统

备注: AC-97-FS-2011-01

知识掌握程度:

理解进近灯光系统的分类

知识要点:

进近灯光系统为进近的飞机提供目视指示，并使跑道环境清晰可见，降低了对 RVR/VIS 的要求。下表列出了进近灯光构型。对于夜间运行或对进近灯光有要求的其他运行，灯光必须打开并可用。

进近灯光系统

设备分类	长度、构成和进近灯光强度
完全进近灯光系统 (FALS)	ICAO: I 类精密进近灯光系统 (HIALS 不小于 720 米)
中等进近灯光系统 (IALS)	ICAO: 简易进近灯光系统 (HIALS 不小于 420-719 米)
基本进近灯光系统 (BALS)	ICAO: 其他进近灯光系统 (HIALS, MIALS 或 ALS210-419 米)
无进近灯光系统 (NALS)	ICAO: 其他进近灯光系统 (HIALS, MIALS 或 ALS<210 米) 或进近灯光

思考题:

进近灯光系统分为哪几类？

1.3.4 盘旋进近最低标准

备注：
CCAR97 第四章
AC-91-27
AC-97-FS-2011-01;

知识掌握程度：

- 理解盘旋进近的定义；
- 理解盘旋进近的标准；
- 理解盘旋进近的复飞程序。

知识要点：

一、盘旋进近的定义

为仪表进近的延续，飞机在仪表进近程序中不能直线进近着陆时，着陆前在机场上空保持目视着陆跑道或跑道环境并最终对正着陆跑道的机动飞行。

仪表飞行程序设计时，要尽可能规定与跑道中线对正的直线进近着陆，在非精密进近情况下，如果最后进近航迹与跑道中线的交角等于或小于 30° ，则可认为是直线进近着陆。在地形或其他限制使得最后进近航迹或者下降梯度不符合直线进近着陆的标准时，则应规定一个盘旋进近。

二、盘旋进近的标准

盘旋进近的标准不得低于盘旋进近之前仪表进近程序的最低标准以及下表中列出的最小值。

盘旋进近运行的最低标准

飞机类别	A	B	C	D
MDH	120 米 (400 英尺)	150 米 (500 英尺)	180 米 (600 英尺)	210 米 (700 英尺)
VIS	1600 米	1600 米	2400 米	3600 米

三、目视盘旋的目视参考是指驾驶员能持续看到地面，使之能确定飞机相对于跑道的位置，并保持在规定的目视盘旋区内。

四、盘旋进近的复飞程序

如果从仪表进近的盘旋着陆过程中失去目视参考，则必须遵循为特定程序规定的复飞。从目视（盘旋）机动到复飞程序的过渡转换应首先从起始爬升开始，在盘旋区内转向至着陆跑道，并上升至盘旋高度及以上，之后立即切入并执行复飞程序。在这一机动过程中的指示空速不应超过目视机动允许的最大指示空速。

盘旋机动飞行可以在几个方向实施。因此要求操纵航空器至规定的复飞航迹，需要有不同的路线，这决定于失去目视参考时航空器的位置。

思考题：

C类飞机盘旋进近运行的最低标准时如何规定的？

1.3.5 机场设备故障或降级对运行标准的影响

备注: AC-97-FS-2011-01

1.3.5.1 对着陆标准的影响

知识掌握程度:

理解机场设备故障或降级对着陆标准的影响

知识要点:

导航设施或气象观测设备故障对降级或着陆最低标准的影响

设备故障 或降级	对着陆最低标准的影响		
	I类	APV	NPA
ILS 备用发射机	无影响		
外指点标	无影响 (如 果由公布的 等效位置代 替)	不适用	
中指点标		无影响, 除非该点用作复飞点 替)	
接地区 RVR	可临时由中间点 RVR 代替, 或使用 VIS 标准		
中间点 RVR	无影响		
停止端 RVR	无影响		

灯光系统故障或降级对着陆标准的影响

设备故障 或降级	对着陆最低标准的影响				
	I类	APV	NPA		
进近灯	执行无灯光的最低标准				
最靠近跑道的 210 米之外的进近灯	执行无灯光的最低标准				
最靠近跑道的 420 米之外的进近灯	执行中等灯光设施的最低标准				
进近灯备用电源	无影响				
全跑道灯光系统	执行昼间无灯光的最低标准; 不允 许夜间运行				
跑道边灯	仅昼间运行, 不允许夜间运行				
跑道中线灯	使用 HUD 自动驾 驶仪或飞行指引 仪, 无影响; 其 他情 况 下, RVR/VIS 不得小 于 800 米		无影响		
接地带灯					
跑道灯光备用电 源	无影响				
滑行灯系统	无影响, 除非因滑行速度降低而导 致延误				

思考题:

当跑道边灯故障时, 对着陆标准有何影响?

1.3.7 机场设备故障或降级对运行标准的影响

1.3.5.2 对起飞标准的影响

备注：
AC-97-FS-2011-01

知识掌握程度：

理解机场设备故障或降级对起飞标准的影响。

知识要点：

设备故障或降级对起飞最低标准的影响

设备故障或降级	对起飞最低标准的影响
跑道边灯或跑道末端灯	不允许夜间运行
中线灯	RVR 不小于 400 米
接地区 RVR	可临时由跑道中间点 RVR 代替，或由 VIS 代替
中间点 RVR	RVR 不小于 400 米
停止端 RVR	RVR 不小于 200 米

思考题：

当跑道中线灯故障时，对起飞最低标准有何影响？

2.1.1 大气数据仪表

2.1.1.1 全静压系统

备注:

知识掌握程度:

- 了解全静压系统的组成及功能；
- 掌握空速管和排水孔堵塞影响的仪表及误差；
- 掌握静压孔堵塞影响的仪表及误差；
- 掌握备用静压源的使用；
- 掌握空速管加热的使用注意事项。

知识要点:

1、全静压系统的组成及功能

全静压系统 (Pitot-static System) 由全压管、静压孔、备用静压源、转换开关、加温装置、连接导管等组成。

全静压系统 (Pitot-static System) 用来收集并传送气流的全压和静压。由全压管、静压孔、备用静压源、转换开关、加温装置、连接导管等组成。全压孔用于测量全压，静压孔用于测量静压。

2、空速管和排水孔堵塞影响的仪表及误差

空速管堵塞仅对空速表的指示产生影响。空速管堵塞分为以下两种情况：

①空速管堵塞，而排水孔未堵塞。空速表的读数会逐渐降至零。

②空速管和排水孔都堵塞。空速表上的指示无明显变化。若静压孔在此情况下未堵塞，空速仍会随高度变化。当飞机高度超过空速管和排水孔堵塞时的高度时，由于静压降低，全压与静压之差增大，空速表指示空速增加。当飞行高度低于堵塞出现时的高度时，就会出现与上面相反的指示。

3、静压孔堵塞影响的仪表及误差

静压孔堵塞时，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，空速表上的指示又会大于实际速度。

静压系统堵塞还会影响高度表的指示。一旦静压系统堵塞，即使高度变化，指示出的高度也就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。

4、备用静压源的使用

飞行中，如果发现静压孔堵塞，应转换到备用静压系统上。使用备用静压源会使利用全静压工作的仪表产生误差。在大多数非增压飞机上，备用静压源安装在座舱中，通常由于螺旋桨滑流影响，座舱中的压力低于外界大气压力，所以备用静压源感受的静压比实际静压低。

5、空速管加热的使用注意事项

如果机上有空速管加温设备，应按机型操作程序要求接通加温设备，防止空速管结冰。空速管在加温时，温度可达到100°C到200°C，因此飞机落地后应按程序关闭空速管加热，防止过热烧坏。

思考题:

飞行中，如果静压孔堵塞，会有什么现象？

2.1.1 大气数据仪表

备注:

2.1.1.2 空速表

知识掌握程度:

- 理解空速的分类及各空速之间的关系;
- 理解空速表的工作原理和构造;
- 掌握空速表在使用时产生的误差及原因。

知识要点:

1、空速的种类

- (1) IAS: 指示空速, 又称表速, 按海平面标准大气条件下空速和动压的关系得到的空速。飞机飞行手册中的各种飞行速度限制常用指示空速表示。
- (2) CAS: 修正表速, 是指示空速修正了位置误差(空气动力误差)后得到的空速。
- (3) EAS: 当量空速是修正表速修正了空气压缩性误差得到的空速。常用于表示飞机强度计算中所受载荷的速度。
- (4) TAS: 真空速是当量空速修正了空气密度误差得到的空速, 即飞机相对于空气运动的真实速度。真空速除了用于飞机空气动力、性能计算之外, 也常用于领航计算。

2、空速表的工作原理和构造

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

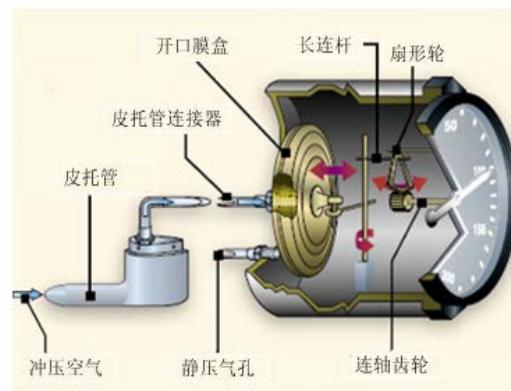
空速表的内部结构如图所示, 指示空速表内有一个开口膜盒, 来自全压管的全压, 直接送到开口膜盒内; 静压送往表壳内, 开口膜盒外。空速改变时, 膜盒在动压的作用下产生变形, 带动指示器表面上的指针指示。

3、空速表的使用误差及原因

空速管堵塞导致动压测量不准确, 从而影响空速表读数的准确性。

由于在不同的飞行高度上, 压强、温度、密度等大气环境不同, 在进行空速测量时除了要考虑测量仪表本身误差之外, 还要考虑实际的压强测量误差、空气压缩性误差和大气密度误差。

由于飞机上使用的空速表是按照海平面标准大气条件下动压与空速的关系进行设计的, 在实际飞行中, 各个飞行高度上的大气条件不可能与海平面标准大气条件完全一致, 因而在进行空速换算时需要考虑相应的误差。



思考题:

机械式空速表误差产生的原因?

2.1.1 大气数据仪表

2.1.1.3 垂直速度表

备注:

知识掌握程度:

理解垂直速度表的工作原理和构造;

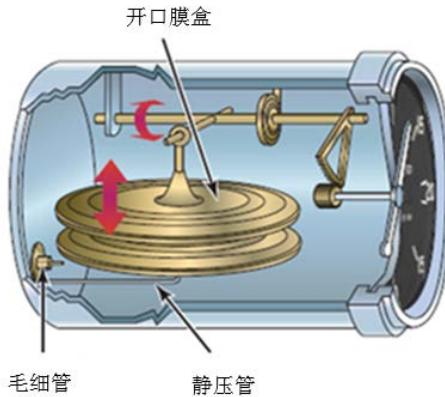
掌握垂直速度表的使用误差及产生原因:

- 静压源堵塞
- 机械式仪表的延迟误差

知识要点:

1、垂直速度表的工作原理和构造

工作原理: 升降速度表依靠静压工作。



构造: 内装有一个开口膜盒，膜盒内部通过一个内径较大的导管于静压相连，膜盒外部，通过一个内径很小的玻璃毛细管于静压相连。当飞机爬升或下降时，外界气压不断变化，膜盒内的压力也随之变化，与外界保持平衡，膜盒外的空气由于毛细管的阻滞作用，气压变化很慢，产生压力差。受此压力差作用，膜盒变形，通过传动机构，使指针指示该变化。当表壳内外气压变化率相等时，膜盒变形量一定，指针指示一定的升降率。

2、垂直速度表的使用误差及原因:

(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飞机的升降速度。飞行中，如果怀疑静压孔堵塞，应转换到备用静压系统上去。在大多数非增压飞机上，备用静压源安装在座舱中，通常由于螺旋桨滑流影响，座舱中的压力低于外界大气压力，升降速度表会短时指示爬升。

(2) 机械式仪表的延迟误差

飞机升降速度跃变时，升降速度表需要经过一段时间才能指示出相应数值，在这段时间内，仪表指示值与飞机升降速度实际值之差，叫做延迟误差。一般来说，延迟时间只有几秒。

思考题:

使用备用静压源时，升降速度表有哪些变化？

2.1.1 大气数据仪表

2.1.1.4 气压式高度表

备注:

知识掌握程度:

理解气压式高度表的工作原理和构造;

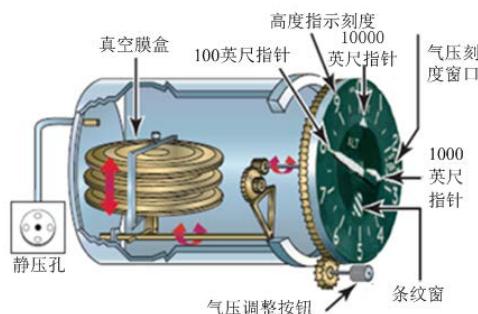
掌握气压式高度表的使用误差及产生原因:

- 静压源堵塞
- 错误拨正气压基准面
- 气温和气压误差

知识要点:

1、气压式高度表的工作原理和构造

在近地表面，随着高度的增高，大气压力按照一定规律递减，不同的高度对应不同的大气压力，因此气压式高度表就是通过测量大气压力来间接测量飞行高度的。



机械式气压高度表内有一真空膜盒组。来自静压源的静压（大气压力）作用在膜盒外，静压变化时，膜盒产生变形，膜盒的变形量经传动机构使指示器上的指针转动，指示相应的高度。

2、气压式高度表的使用误差及产生原因

(1) 静压源堵塞

气压式高度表依靠静压工作，如果静压孔堵塞则不能正确指示飞机的气压高度。

飞行中，如果怀疑静压孔堵塞，应转换到备用静压系统上，此时气压式高度表会产生误差。在非增压飞机上使用备用静压源，通常由于螺旋桨滑流影响，座舱中的压力低于外界大气压力，气压式高度表的指示一般会增大。

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

气压式高度表上有气压基准调谐旋钮和气压刻度窗，飞行员通过气压基准调谐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垂直距离。因此，调错气压基准面将导致高度表产生多指或少指的误差。如果调定的基准面气压高，则出现少指误差；如果调定的基准面气压低，则出现多指误差。

(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，气压式高度表指示将出现误差，分为气温误差和气压误差两种。

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，高度表将出现少指误差；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。如果基准面的气压降低，气压式高度表将出现多指误差；反之，出现少指误差。

思考题:

如果飞机从气温较高的区域飞往气温较低的区域，高度表出现何种误差？

2.1.1 大气数据仪表

2.1.1.5 温度表

备注:

知识掌握程度:

了解温度表的分类及工作原理。

知识要点:

1、温度表的分类

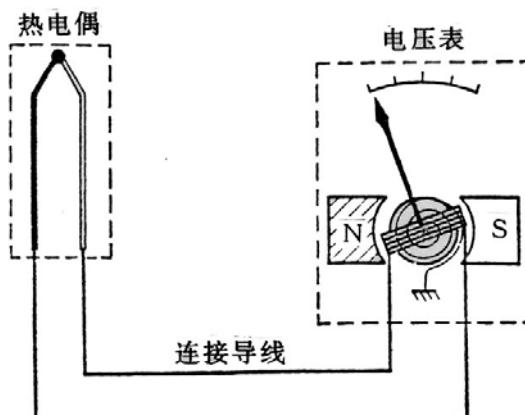
飞机上常用的温度表有两类：电阻式温度表和热电偶式温度表。电阻式温度表用于测量较低的温度；热电偶式温度表用于测量较高的温度。

2、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。

3、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，保持热电偶冷端温度不变（规定为零度），当热电偶两接点的温度不同时回路中便产生热电势，热电动势的大小只与热端温度有关。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。



4、总温探头

总温探头是大气数据计算机重要的信号源，装在机身外部没有气流扰动的地方，其对称轴与飞机纵轴平行。总温探头是一个金属管腔，空气从前口进入，从后口及周围几个出口流出，感温电阻感受其腔内的气流温度，电阻值与总温相对应，该电阻值经电路转换，输出与总温相对应的电压值。

思考题:

喷气发动机的排气温度表是哪种？

2.1.2 直读磁罗盘

2.1.2.1 工作原理及使用限制

备注:

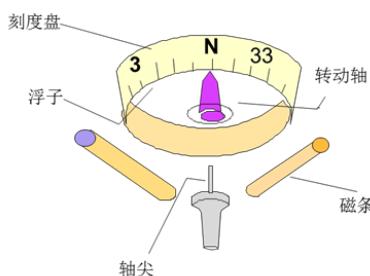
知识掌握程度:

- 理解直读磁罗盘的功能和原理；
- 理解修正罗差的原因；
- 理解磁罗盘在两极和磁矿区不能使用的原因；
- 掌握起飞前磁罗盘的检查程序。

知识要点:

1、磁罗盘的功能和原理

磁罗盘的功能是测量飞机的航向，其基本原理是利用自由旋转的磁条自动跟踪地球磁场的特性来测量飞机的航向。



2、修正罗差的原因

飞机上的钢铁和工作的电气设备会形成飞机磁场，磁条指示为地球磁场水平分量和飞机磁场水平分量形成的合成磁场方向，即为罗经线偏离磁经线的角度即为罗差。放在飞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。如下图所示为无线电设备工作时的罗差修正表。

FOR (HDG°M)	N 030 060 E 120 150 S 210 240 W 300 330
STEER (HDG°C)	002 031 060 089 118 148 179 210 241 272 303 332

7/9/01

3、磁罗盘的使用限制

若要准确测量磁航向，应修正剩余罗差；在磁矿区、两极附近，由于地球磁场的水平分量太弱，不能准确指示航向。

4、起飞前磁罗盘的检查程序

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。飞行中需要用磁罗盘作参考，因此，磁罗盘故障时，不能飞行。

思考题:

真航向 313° ，磁差 10° W ，罗差如下表所示，求罗航向？

2.1.2 直读磁罗盘

2.1.2.2 飞行误差及修正

备注:

知识掌握程度:

- 掌握转弯误差的产生原因及修正方法;
- 掌握加速误差的产生原因及修正方法。

知识要点:

1、磁罗盘的转弯误差

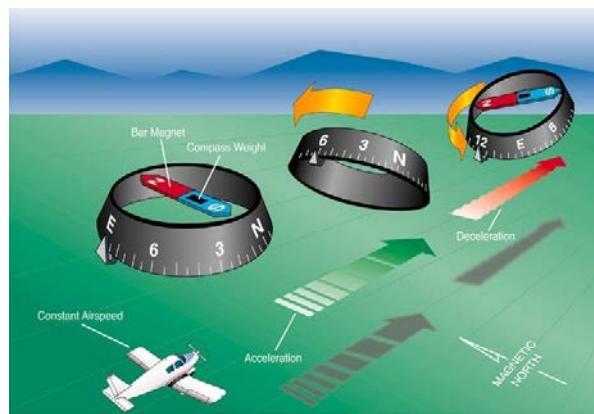
飞机转弯时，磁倾使罗盘产生转弯误差。磁倾越大，转弯误差就越大。飞机在0°（或180°）磁航向上，若向东或向西转弯时，该误差最明显，因此转弯误差也称为北转误差。离磁极越近，误差越大。在磁赤道上，转弯误差为零。



飞行员根据磁罗盘操纵飞机转向预定航向时，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，如果不考虑飞机惯性，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。提前或延迟量的大小等于飞机所处地区的纬度加上或减去飞机转弯的正常改出量（通常为坡度的一半）。

2、磁罗盘的加速误差

飞机速度改变时，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，飞机加速时，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。飞机在东、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。为了避免飞行误差，应在匀速平飞时判读航向。



思考题:

在南半球，飞机加速，磁罗盘会产生什么误差？

2.1.3 陀螺仪表

2.1.3.1 机械式陀螺的基本知识

备注:

知识掌握程度:

理解单自由度陀螺和两自由度陀螺的特性;

掌握陀螺仪表的动力源: 气动和电动。

知识要点:

1、机械式陀螺的稳定性和进动性

稳定性是指陀螺一旦高速旋转起来, 就会表现出抵抗干扰力矩, 力图保持其自转轴相对惯性空间方向不变的特性。

进动性是指陀螺在外力矩作用下, 其转动方向与外力矩作用方向相互垂直的特性。转子轴称为自转轴。

2、单自由度陀螺

刚体转子陀螺一般由转子、内框、外框和基座组成。

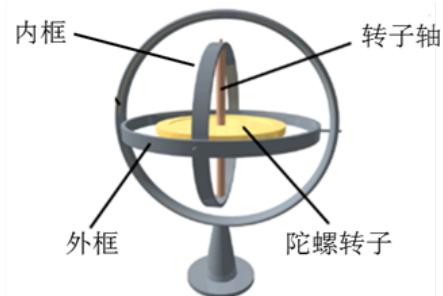
自转轴只具有一个转动自由度的陀螺称为单自由度陀螺。单自由度陀螺只具有内框, 它为自转轴提供了一个转动自由度; 单自由度陀螺只有进动性。

3、两自由度陀螺

自转轴具有两个转动自由度的陀螺称为两自由度陀螺。两自由度陀螺具有内框和外框, 它们为转子提供了两个转动自由度; 两自由度陀螺既有稳定性也有进动性。

4、陀螺仪表的动力源

陀螺可以靠电来驱动, 也可以靠气源来驱动。大多数轻型飞机上, 转弯仪一般采用电动, 并装有一个红色警告装置来指示动力源失效情况。地平仪和陀螺半罗盘采用气动, 气源由真空系统提供。



思考题:

为什么在飞行前和飞行中应监视真空系统的真空度?

2.1.3 陀螺仪表

2.1.3.2 陀螺半罗盘

备注:

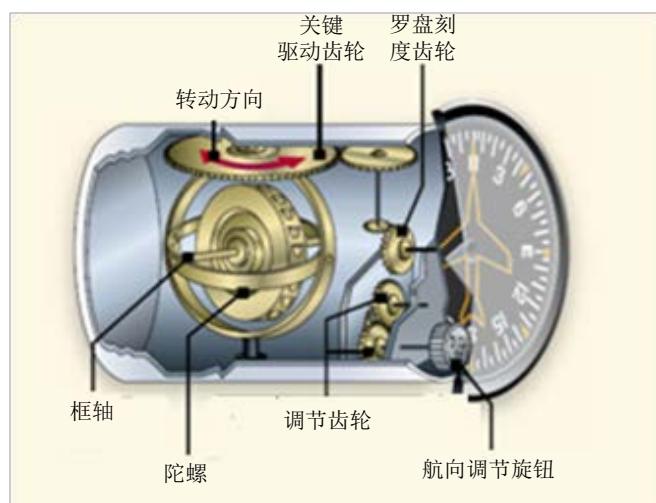
知识掌握程度:

- 理解陀螺半罗盘的工作原理；
- 掌握陀螺半罗盘的自走误差及修正方法；
- 掌握陀螺半罗盘在飞行前的校正和常规检查方法。

知识要点:

1、陀螺半罗盘的工作原理

陀螺半罗盘是利用两自由度陀螺的定轴性，通过人工调谐罗盘基准线同经线的方向一致，从而测定飞机航向。



两自由度陀螺的自转轴与地平面平行，外框轴与飞机立轴平行，刻度盘经传动齿轮与陀螺外框相连，飞机形指针固定在表壳上。飞机转弯时，由于陀螺的稳定性，自转轴方位不变。刻度盘被陀螺稳定不动，指针随飞机转动，指示飞机的转弯角度。推入并转动调整旋钮可以转动刻度盘，当自转轴校正并稳定在经线方向上时，指针指示的角度便是航向角。

为了减小陀螺半罗盘自走误差的影响，需要进行定时修正。

2、陀螺半罗盘的自走误差及修正方法

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。

3、飞行前的校正和常规检查方法

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（直读半罗盘一般每隔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。

思考题:

相对于直读磁罗盘，使用陀螺半罗盘具有何种优势？

2.1.3 陀螺仪表

2.1.3.3 陀螺磁罗盘

备注:

知识掌握程度:

理解陀螺磁罗盘的工作原理;

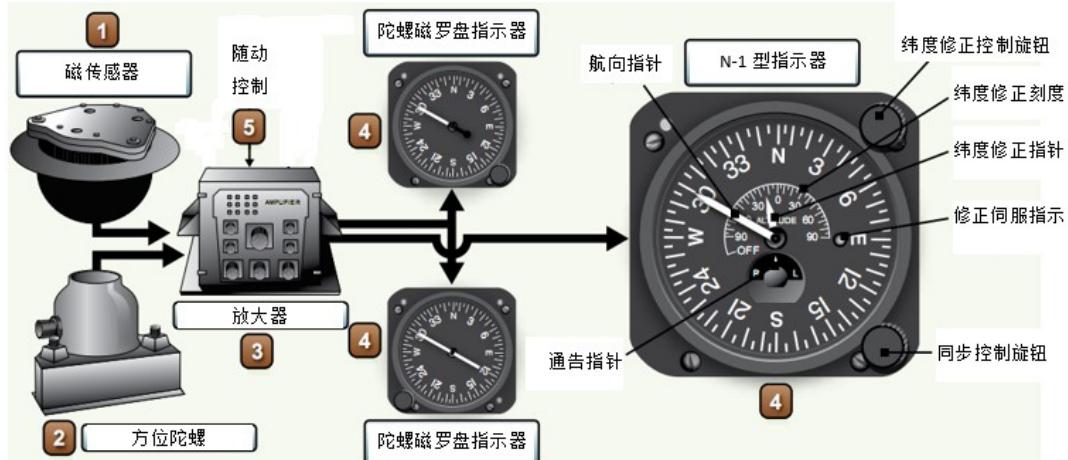
掌握陀螺磁罗盘的使用。

知识要点:

1、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飞机磁航向，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。



2、陀螺磁罗盘的使用

地面启动时，接通罗盘电源2~3分后，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。当飞机处于俯仰、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。

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，快速协调按钮不作用。

思考题:

陀螺磁罗盘具有何种优势？

2.1.3 陀螺仪表

2.1.3.4 罗盘系统

备注:

知识掌握程度:

了解罗盘系统的组成;

掌握罗盘系统的使用和检查方法。

知识要点:

1、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飞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。

2、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。

3、罗盘系统的检查方法

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。



思考题:

罗盘系统的功能开关置于 FREE 位和 SLAVE 位有什么区别？

2.1.3 陀螺仪表

2.1.3.5 姿态仪

备注:

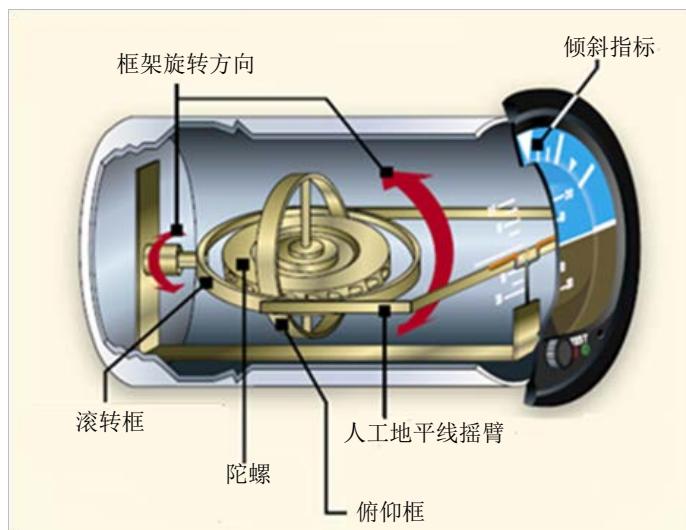
知识掌握程度:

- 理解姿态仪的工作原理;
- 掌握姿态仪的误差修正方法和避免措施;
- 掌握姿态仪的地面启动要求。

知识要点:

1、姿态仪的工作原理

姿态仪也称为地平仪。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。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，从而根据飞机和陀螺的关系测量飞机的俯仰角和倾斜角。陀螺控制机构可以在地平仪起动时或飞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消除机动飞行过程中产生的指示误差。



2、姿态仪的误差修正方法和避免措施

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

飞机加速或减速时，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。飞机加速时，地平仪指示飞机爬升；飞机减速时情况相反。因此，飞机加速飞行使用地平仪时，应参照其他仪表检查其指示。

地平仪出现的误差，待飞机匀速平飞时可以自行消除，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。

3、姿态仪的地面启动要求

地面启动时应检查陀螺转子达到额定转速，由时间保证或收警告旗判断。发动机启动时，气动陀螺不应出现异常声音，五分钟左右陀螺应达到正常转速。还要检查自转轴处于地垂线方向，由指示停机角反映。

思考题:

飞行中如何判断地平仪发生了故障？判明故障后，应采取何种措施？

2.1.3 陀螺仪表的使用与检查方法

2.1.3.6 转弯协调仪

备注:

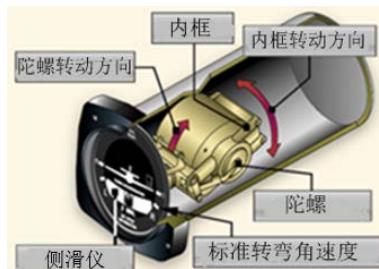
知识掌握程度:

理解转弯仪和侧滑仪的工作原理;
掌握转弯协调仪的常规检查方法。

知识要点:

1、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，用于指示飞机转弯或盘旋的方向，并能反映飞机无侧滑转弯的快慢程度。



2、侧滑仪的工作原理

侧滑仪利用单摆模拟飞机承受的横向合力，根据摆锤在横向合力作用下的运动状态指示飞机侧滑。

3、转弯协调仪的常规检查方法

飞行前必须按照机型操作程序对陀螺仪表和动力源进行检查。接通电门前或发动机启动前，电动陀螺仪表上警告旗出现。侧滑仪内应充满液体，同时小球应处于正中。接通总电门时，电动陀螺不应出现异常声音，如摩擦声。当飞机停在停机坪或直线滑行时，若陀螺已达到稳定转速，转弯仪上应没有转弯指示。

思考题:

转弯盘旋时，转弯仪会产生哪些误差？

2.1.4 电子飞行仪表系统

备注:

知识掌握程度:

- 了解电子飞行仪表系统的组成;
- 了解电子式仪表系统的使用特点。

知识要点:

1、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), 是指安装在飞机驾驶舱显示飞行信息的电子显示系统, 一般由两部分组成: 姿态指示器 (EADI) 和水平状态显示器 (EHSI)。在有些飞机上, 它们称为主显示器 (PFD) 和导航显示器 (ND)。姿态指示器或主显示器主要显示飞机的纵向飞行信息, 如高度、速度、飞行指引、模式选择等。水平状态显示器或导航显示器主要显示航向、地面轨迹角、测距仪参数等水平飞行信息。

由于机载航空电子设备的种类愈来愈多, 现在有的电子飞行仪表系统已经将姿态指示器和水平状态指示器都合并到主显示器上, 而将另外一种显示器称为多功能显示器 (MFD), 在其上可以显示来自空中防撞系统 (TCAS) 或近地警告系统 (GPWS) 的地形信息、来自气象雷达的气象信息等。在主显示器发生故障时, 还可以代替主显示器工作。



2、电子式仪表系统的使用特点

电子仪表系统显示的数据源自于姿态航向基准系统和大气数据计算机, 因此与传统仪表不同的特性和优点是可以修正误差、延迟误差小、显示更准确。

思考题:

与传统仪表相比, 综合飞行仪表系统减小了哪些误差?

2. 1. 5失速警告系统

备注:

知识掌握程度:

- 理解失速警告的作用及原理;
- 掌握失速警告信号的形式;
- 掌握手册规定的机翼失速警告传感器目视外观检查。

知识要点:

1、失速警告的作用及原理

现代飞机一般都设置有失速警告系统，在飞机接近失速时给飞行员提供明显的警告信号，以便及时改出。

较简单的失速警告系统通过在机身外侧安装迎角探测器，感受安装部位处的气流方向，并将该处气流角度的变化情况以成比例的电信号传输给失速管理计算机。迎角探测器的型式有几种，目前多用叶片式迎角探测器。

大、中型飞机的失速警告系统由失速警告计算机、多种传感器和抖杆马达等组成。

2、失速警告信号的形式

如果飞机接近失速，则提前向飞行员发出音响警告。有的飞机在进入失速时可同时发出音响和灯光警告。小型飞机机翼前缘用一个红圈标记出失速警告孔，吸气时通过软管触发报警器，越接近失速空速，报警器的声音就越大。

有些飞机装有抖杆装置，能快速和有声音的震动驾驶杆来警告飞行员，飞机已接近失速。有些大型飞机的失速保护系统还包括推杆系统，能自动进行升降舵控制，这样减小飞机的迎角而防止飞机失速。这两个系统在起飞前都要测试和装好，整个飞行中保持可用。

3、飞行前需要按手册要求对机翼失速警告传感器进行目视外观检查。

思考题:

失速警告系统发出警告时应采取何种措施?

2.2.1 飞行指引仪

备注:

知识掌握程度:

理解飞行指引仪的功能;
掌握飞行指引仪的显示及使用。

知识要点:

1、飞行指引仪的功能

飞行指引仪的功能就是将飞机的实际飞行路线与目标路线进行比较，并计算出进入目标路线所需要的操纵量，以目视的形式在指示器上给出。

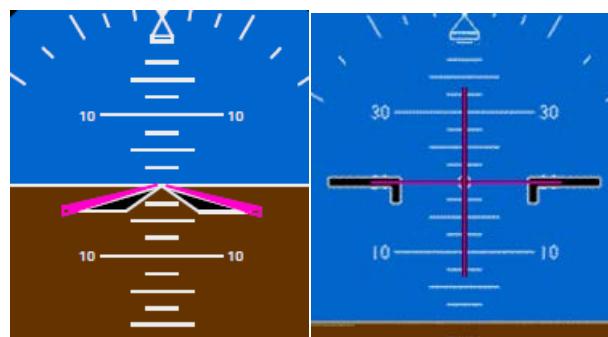
- (1) 引导飞机按预定高度、预定航向飞行；
- (2) 与飞行管理计算机耦合，引导飞机按预定轨迹飞行；
- (3) 与仪表着陆系统（ILS）耦合，引导飞机实现自动着陆。

指引信号直接显示出操纵要的指令是向上、向下，还是向左、向右，驾驶员或自动驾驶仪跟随指引杆操纵飞机，保证飞机正确切入或保持在预定的航线上。

2、飞行指引仪的显示及使用

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：利用俯仰指引杆和横侧指引杆来分别进行俯仰指引和横滚指引；八字指引杆利用八字指引杆与飞机符号的上下关系来进行俯仰指引，利用八字指引杆与飞机符号的左右关系来进行横滚指引。



思考题:

八字形和十字形指引杆分别如何判读俯仰和横滚指令？

2.2.2 自动驾驶仪

备注:

2.2.2.1 自动驾驶仪的功能和原理

知识掌握程度:

掌握自动驾驶仪的功能;
理解自动驾驶仪的组成及原理。

知识要点:

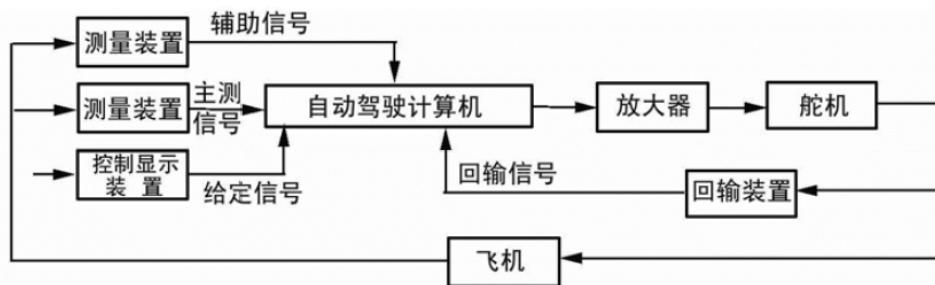
1、自动驾驶仪的功能

- (1) 自动保持三轴稳定(姿态角的稳定);
- (2) 根据输入指令,与飞行指引仪结合,操纵飞机以达到期望的姿态。

即稳定飞机和操纵飞机。

2、自动驾驶仪的组成及原理

自动驾驶仪由测量装置(敏感元件,如垂直陀螺仪和航向陀螺仪)、信号处理元件(自动驾驶计算机)、放大器和执行机构(舵机)组成,如图所示:



自动驾驶仪利用“反馈”控制原理来实现对飞机运动参数的控制。当飞机偏离原来状态,测量装置(敏感元件)感受到偏离方向和大小,并输入相应信号,经放大、计算处理,操纵执行机构(舵机),使舵面相应偏转。当飞机回到原来状态时,测量装置(敏感元件)输出信号为零,舵机以及与其连接的舵面也回到原位,飞机重新按原来状态飞行。

思考题:

自动驾驶仪的功能?

2.2.2 自动驾驶仪

2.2.2.2 自动驾驶仪的工作模式

备注:

知识掌握程度:

掌握自动驾驶仪的工作模式。

知识要点:

自动驾驶仪的模式有两大类：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多个。

横滚模式包括：航向保持、航向预选、VOR、LOC、水平导航等。

俯仰模式包括：高度保持、速度保持、马赫保持、垂直速度、垂直导航等。

思考题:

自动驾驶仪 HDG 模式何时使用？

2. 2. 2自动驾驶仪

2. 2. 3自动驾驶仪的使用限制

备注:

知识掌握程度:

- 掌握自动驾驶仪的控制方式；
- 了解自动驾驶仪应在飞行前进行测试；
- 掌握禁止使用自动驾驶仪的飞行阶段；
- 掌握自动驾驶仪接通和断开的条件；
- 掌握飞行手册中自动驾驶仪的各种使用限制。

知识要点:

1、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。具体步骤参照飞机手册要求进行。

2、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。在飞机手册中规定了自动驾驶仪的接通高度限制。

3、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（有的飞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。

自动驾驶仪可以人工断开和自动断开，并有声音和灯光警告系统提醒。通常在下列情况下自动脱开：

- 失速警告触发
- 电源故障
- 飞行操纵系统故障
- 在CWS按下状态，滚转率和俯仰率超过AP工作限制
- 两侧燃油不平衡超限

4、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。

思考题:

自动驾驶仪脱开和警告的方式有哪些？使用自动驾驶仪进行自动飞行的优缺点有哪些？

2. 2. 3 偏航阻尼器

备注:

知识掌握程度:

理解偏航阻尼器的作用和原理。

知识要点:

1、偏航阻尼器的作用

飞机方向舵操纵系统中装有偏航阻尼器，其作用是及时根据飞机姿态的变化操纵方向舵，防止产生飘摆（荷兰滚）。飞机的横侧稳定性过强而方向稳定性过弱，易产生明显的飘摆现象。大型运输机在高空和低速飞行时由于稳定性发生变化易发生飘摆，因此广泛使用偏航阻尼器。偏航阻尼器驱动方向舵的偏转角小于脚蹬操纵的方向舵偏转角。

2、偏航阻尼器的原理

它根据空速和偏航角速度信号，经处理，适时提供指令使方向舵偏转，从而增大偏航运动阻尼，预防飘摆。

偏航阻尼器在起飞前接通，着陆后断开，在整个飞行过程中一直保持接通。

如果偏航阻尼器发生故障，应按程序限制最大飞行速度。

思考题:

偏航阻尼器的功用是什么？

2.3.1 IFR运行要求

备注:

知识掌握程度:

掌握IFR运行所需仪表和设备。

知识要点:

按仪表飞行规则运行的仪表和设备包括:

1、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：

- (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。

2、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。

思考题:

按仪表飞行规则运行，至少需要哪些仪表？

2.3.2 夜间和云上运行要求

备注:

知识掌握程度:

掌握在夜间和云上运行所需仪表和设备。

知识要点:

1、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。

2、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。

思考题:

在夜间和云上运行是否需要无线电高度表?

2.3.3 气象雷达的设备要求

2.3.3.1 基本功能

备注:

知识掌握程度:

了解气象雷达的功能和原理;
掌握CCAR91部对气象雷达的设备要求。

知识要点:

1、气象雷达的基本功用

机载气象雷达的基本功用是探测飞机前方的气象情况，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。

机载气象雷达的另一功能是观察飞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。现代飞机上的气象雷达最远探测范围为300海里左右。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气象降雨区，它对山峰、相遇飞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。

2、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。

思考题:

机载气象雷达的基本功能是什么？

2.3.3 气象雷达的设备要求

2.3.3.2 工作方式及应用

备注:

知识掌握程度:

掌握机载气象雷达的工作方式及应用。

知识要点:

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。

气象模式（WX）为机载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，天线波束在飞机前方及其他左右两侧的扇形区域往复扫描，以探测飞机航路前方扇形平面中的气象目标。

地图模式（MAP），是各型机载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飞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飞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。

在湍流探测模式（TURB），显示屏上只显示湍流区的紫色和白色图像，其它雨区的红、黄、绿色图像不显示。

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

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。紊流区采用紫色、品红色、红色或白色图像表示。



思考题:

机载气象雷达有哪些工作方式？

2.3.3 气象雷达的设备要求

2.3.3.3 地面使用注意事项

备注:

知识掌握程度:

掌握机载气象雷达的地面使用注意事项。

知识要点:

- 1、飞机正在加油或飞机周围有其它飞机正在加油时，不得使气象雷达工作于发射工作模式，以免引燃汽油蒸气。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、飞机前方有人时，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目标。

思考题:

使用机载气象雷达时需要注意的问题是什么？

2.3.4 地面监视雷达

备注:

知识掌握程度:

掌握地面监视雷达的分类和功能。

知识要点:

1. 一次雷达

由发射系统发射一束无线电信号，然后再接收其中由目标反射回来的一小部分信号的雷达称为一次雷达。

2. 二次雷达

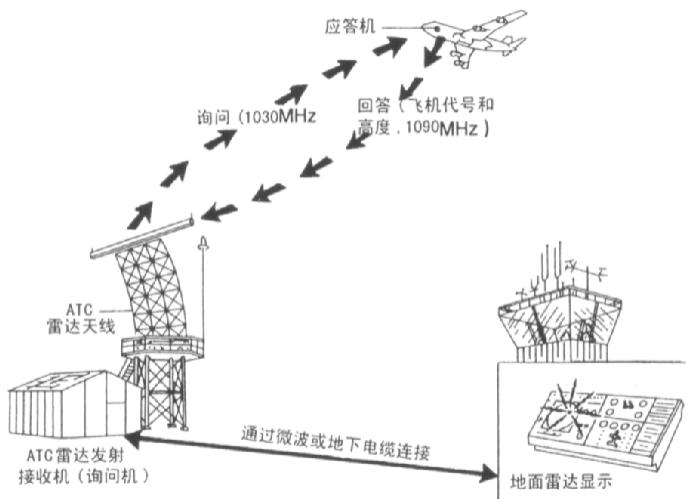
由雷达发射询问信号，然后由目标飞机在约定的精确时间间隔内发射一串应答信号。靠收发这些信号来提供飞机信息的雷达叫做二次雷达。

在控制中心平面位置显示器（PPI）上的同一位置，产生飞机的一次雷达回波图像与二次雷达所获得的飞机代码及高度信息。

二次雷达可以获得的信息主要有：

- 1) 飞机的距离与方位信息。
- 2) 飞机代码。
- 3) 飞机的气压高度。
- 4) 一些紧急告警信息。如无线电通讯失效或飞机被劫持等

当飞行员按下应答机控制盒上的识别按钮后，将产生特殊位置识别脉冲（SPI），以响应地面询问要求，使地面显示终端上显示的飞机图像、标识等更醒目。



思考题:

一次雷达与二次雷达的区别？

2. 3. 5 机载应答机

备注:

知识掌握程度:

掌握机载应答机的使用;
掌握CCAR91部对应答机的设备要求。

知识要点:

1、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ATS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:

- a) 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
- b) 根据区域航行协议规定的设置应答机模式Ade编码; 或
- c) 在没有任何ATC指示或地区航行协议时, 设置应答机在模式A编码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) 当ATC要求指定机载应答机的性能时, 驾驶员必须在飞行计划表中第 10 项填写规定的字符说明这种性能。

(5) 如果ATC要求证实应答机 (CONFIRM SQUAWK (code)) 时, 驾驶员应:

- a) 核实应答机上模式A编码的设定;
- b) 若必须, 重新选择指派的编码; 和
- c) 向ATC证实应答机控制板上显示的设定值。

(6) 除非ATC要求, 驾驶员不能发送识别应答机 (SQUAWK IDENT)。

2、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, 向地面管制与其他飞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。

航空器驾驶员应设置应答机编码如下:

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



3、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。

思考题:

ATC 要求证实应答机时, 驾驶员应采取的措施?

2.3.6 无线电高度表

备注:

知识掌握程度:

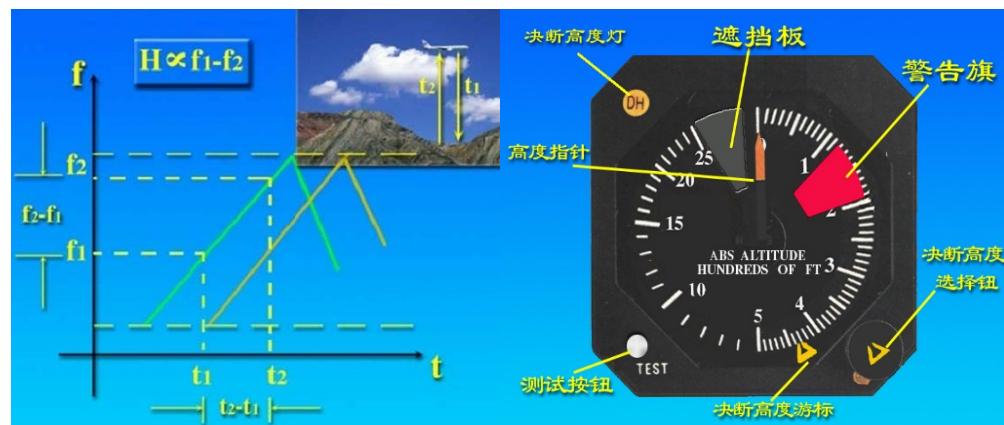
理解无线电高度表的功能和原理;
掌握无线电高度表的使用及限制。

知识要点:

1、无线电高度表的功能和原理

无线电高度表是现代飞机多种电子设备中的一种，用来测量飞机离开地面的实际高度，提供预定高度或决断高度（DH）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，所以也称为低高度无线电高度表，能够方便、准确地测量出真高。利用无线电高度表可以在复杂的气象条件下飞行，穿云下降，以及在能见度很低的情况下着陆等。还可以同其他导航设备，如仪表着陆系统（ILS）配合完成仪表着陆任务。

机载无线电高度表大部分采用调频等幅式来测量飞机离地面的实际高度，其测量范围为0~2500英尺。在现代飞机上，高度信息一般在EFIS显示组件上显示。无线电高度表通常由收发机、指示器和收发天线组成。



2、无线电高度表的使用及限制

无线电高度表的显示范围为-20~2500ft，测量范围为0~2500ft。

无线电高度表的精度通常是：

0~500英尺：±3英尺或高度的3%，取较大值；

500英尺以上：高度的5%。

当飞机在地面上时，无线电高度表可能指示一个很小的负值，因为设备被校准成当主起落架着陆接地时指0。

无线电高度表存在系统设计、设备因素、外界多路径干扰、电波散射干扰等误差，当飞机发生俯仰和倾斜时也会给测量高度带来影响。

思考题:

在无线电高度表上可以设置 DA 和 DH 吗？

2.3.7 飞行记录器的设备要求

备注:

知识掌握程度:

了解飞行记录器的功能和组成;
掌握CCAR91部对飞行记录器的设备要求。

知识要点:

1、飞行记录器的功能和组成

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，分别记录航空器飞行状态的各种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。

2、飞行记录器的设备要求

根据CCAR91.433条：

所有在中华人民共和国登记的飞机或旋翼机应满足CCAR91.433条有关飞行记录器的要求。

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25小时(飞机)或10小时(旋翼机)所记录的信息。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。

飞行记录器的壳体外表为鲜橙色或亮黄色。

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。

思考题:

是否所有飞机都需要安装飞行数据记录器和驾驶舱话音记录器？

2.3.8 地形提示和警告系统 (TAWS)

备注:

知识掌握程度:

了解地形提示和警告系统的功能和原理;
掌握CCAR91部对地形提示和警告系统的设备要求。

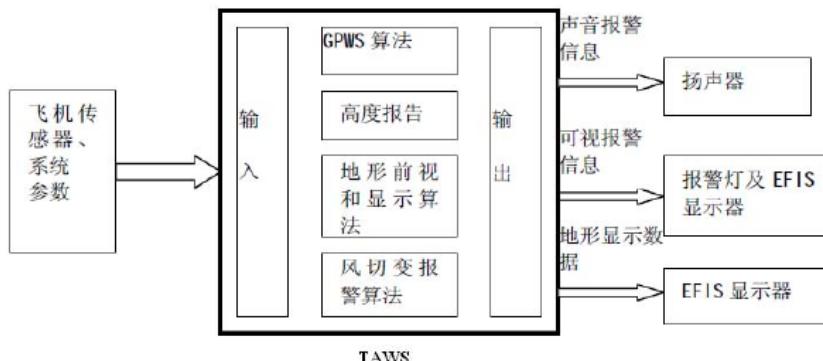
知识要点:

1、地形提示和警告系统的功能

地形提示和警告系统(TAWS)是用来帮助飞行员解决可控飞行撞地(CFIT)事故而研制的机载航空电子设备。TAWS改进了原有的GPWS系统，其与前者的最大区别是增加了前视地形警告和地形显示的功能，给飞行员提供了更多的判决时间。

2、地形提示和警告系统的工作原理

TAWS主要由增强型近地警告计算机、扬声器、警告灯和控制板、地形显示器组成。它的核心是增强型近地警告计算机，它内部存储了多种报警的极限算法，从飞机的其他交联系统接收飞机的状态数据，如无线电高度、下降速率、下滑道偏离度等信号，然后再将两者比较，若实际状态超越了报警极限，则此时飞机存在潜在的飞行撞地危险，这时TAWS会以声音、灯光或图像的警告方式提醒飞行员，来帮助飞行员迅速调整飞机以避免CFIT事故的发生。



3、地形提示和警告系统的设备要求

根据CCAR91.437条，除经局方批准外，在中华人民共和国国籍登记的飞机必须按下列要求安装经批准的地形提示和警告系统 (TAWS)；飞机的飞行手册中应当包含下述程序：

- (1) 地形提示和警告系统的操作、使用；
- (2) 对于地形提示和警告系统的音频和视频警告，飞行机组的正确应对措施。

思考题:

地形提示和警告系统的工作原理？

2. 3. 9 机载防撞系统 (TCAS)

备注:

知识掌握程度:

了解机载防撞系统的功能和原理;
掌握CCAR91部对机载防撞系统的设备要求。

知识要点:

1、机载防撞系统的功能

机载防撞系统是为防止飞机之间的危险接近、保障空中交通安全而研制的一种独立于地面设备的机载电子系统。

2、机载防撞系统的原理

通过询问和监听周围飞机的ATC应答机，来监视本架飞机周围空域中其它飞机的存在、位置以及运动状况，使飞行员在明了本机邻近空域交通状况的情况下，主动地采取回避措施，防止与其它飞机危险接近。

3、机载防撞系统的设备要求

根据CCAR91. 439条：

(1) 除经局方批准外，在中华人民共和国国籍登记的最大起飞重量超过5700千克或批准旅客座位数超过19的涡轮动力飞机必须安装机载防撞系统 (ACAS II，等同于TCAS II 7.0版本)。

(2) 在中华人民共和国国籍登记的民用航空器上的机载防撞系统必须得到局方批准，其安装必须满足有关的适航要求。

(3) 驾驶安装有可工作的机载防撞系统航空器的驾驶员应当打开并使用该系统。

思考题:

机载防撞系统的功能?

3.1.1 飞行计划的制定流程

备注:

知识掌握程度:

了解飞行计划的制定流程。

知识要点:

飞行计划的一般制定流程:

- 1、航空器适航限制的分析
- 2、航行资料分析
- 3、天气资料分析
- 4、备降场的选择
- 5、航行要素的分析
- 6、航路资料查找
- 7、航路资料总结
- 8、燃油的计算
- 9、飞行计划的制定
- 10、ICAO 飞行计划

思考题:

飞行计划的流程是?

3. 1. 2 飞行计划的提交

备注：民用航空飞行动态固定格式电报管理规定(AP-93-01)第一章 第二条、第二章 第十二、十五、十六、十七、十八条

知识掌握程度：

了解飞行计划的提交。

知识要点：

飞行计划的提交和审查，电报的编辑、拍发、接受和传递等应当符合民用航空飞行动态固定格式电报管理规定的要求。

航空器营运人及其代理人获得相关预先飞行计划批复后方可提交飞行计划。提交飞行计划的内容应当与预先飞行计划批复一致。

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。

当已拍发飞行计划需要取消或者预计需要取消时，航空器营运人及其代理人应当及时提交取消申请，需要时，可重新提交新的飞行计划。

当航空器飞行计划变化时，航空器营运人及其代理人应当于航空器预计撤轮挡时间前 45 分钟提交飞行计划修改，并应在最后通知的预计撤轮挡时间后 3 小时 30 分钟以内提交飞行计划修改。

当航空器飞行计划预计或者已经推迟 30 分钟以上时，航空器营运人及其代理人应当立即提交飞行计划延误情况。

思考题：

飞行计划需要通告或报告吗？

<h3>3. 2. 1飞行计划的内容</h3>	<p>备注: CCAR91. 169 CCAR91. 153 CCAR91. 167</p>
<p>知识掌握程度:</p> <p>理解仪表飞行计划的内容。</p>	
<p>知识要点:</p> <p>一、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、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、起飞地点和预计起飞时间。 4、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。 5、备降机场。 6、第一个预定着陆地点和预计飞抵该点上空的时间。 7、局方和空中交通管制要求的其他任何资料。 8、装载的燃油量(以时间计)。 9、机组和搭载航空器的人数。 10、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。 <p>二、备降机场要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、若对于飞机，在符合下列条件时，可以不选用备降机场； <ol style="list-style-type: none"> (1) 预计着陆的目的地机场具有局方公布的标准仪表进近程序； (2) 天气实况报告、预报或两者组合表明，在飞机预计到达目的地机场时刻前后至少1小时的时间段内，云高高于机场标高600米，能见度至少5千米。 2、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： <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： 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>三、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>思考题:</p> <p>仪表飞行计划需要管制许可吗？</p>	

3. 2. 2 仪表飞行计划燃油要求

备注: CCAR91. 167

知识掌握程度:

了解仪表飞行计划燃油要求。

知识要点:

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、从目的地机场飞到备降机场着陆；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。
- 3、在完成上述飞行之后，还能以正常巡航速度飞行45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。

仪表飞行条件下的燃油要求：

仪表飞行规则	
飞机	直升机
飞到目的地机场着陆然后从目的地机场飞到备降机场着陆	
以正常巡航速度飞行45分钟	备降起降点上空450米高度 以等待速度飞行30分钟，并且加上附加燃油量
当符合无需备降机场要求是，飞机飞至目的地机场还有45分钟油量	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

思考题:

仪表飞行规则下，有备降场，燃油如何要求？

3. 2. 3 ICAO飞行计划填写

备注:

知识掌握程度:

掌握ICAO飞行计划的填写。

知识要点:

符合仪表飞行规则、本场航路目的地机场的气象条件;

仪表飞行计划的要求项目 (ICAO飞行计划) 内容包括: 飞行任务性质、航空器呼号、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、目的地机场、预计飞行时间、航空器国籍和登记标志、航空器携油量和备降机场等信息。格式如下。图中编号为3. 2. 1 中第一条所对应的内容序号。图提供清晰版本。

飞行计划 FLIGHT PLAN							
电报等级 PRIORITY 《≡FF →	收电地址和单位 ADDRESSEE(S)						
申报时间 FILING TIME	发电地点和单位 ORIGINATOR						
1 收电和(或)发电地点和单位全称 SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR	《≡						
2 指类 3 MESSAGE TYPE 《≡ (FPL	航空器识别标志 7 AIRCRAFT IDENTIFICATION						
3 编号 9 NUMBER	航空器型别 TYPE OF AIRCRAFT						
4 起飞机场 13 DEPARTURE AERODROME	按尾流分类 WAKE TURBULENCE CAT / 时间 TIME						
5 巡航速度 15 CRUISING SPEED	航路 ROUTE						
6 目的地机场 16 DESTINATION AERODROME	预计延误时间 TOTAL EET 小时. 分钟 HR.MIN						
7 其它资料 18 OTHER INFORMATION REG /	备降机场 ALTN AERODROME → 第二备降机场 2ND ALTN AERODROME						
8 续航能力 19 ENDURANCE 小时. 分钟 HR.MIN	补充资料 (在申报飞行计划电报中不发) SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)						
9 生存装备 SURVIVAL EQUIPMENT	机上人数 PERSONS → R / U VHF ELBA E / P / V E						
D / 极地 DINGHIES P / POLAR	沙漠 DESERT D / D	海洋 MARITIME M / M	丛林 JUNGLE J / J	救生衣 JACKETS J / L	灯光 LIGHT L / F	荧光 FLUORES UHF / U	VHF / V
A / 数量 NUMBER	容量 CAPACITY	覆盖 COVER C / C	颜色 COLOUR C / C				
N / 附注 REMARKS	AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS						
C / 机长 PILOT IN COMMAND))						
C / 申报名 FILED BY		填写补充要求的预留位置 SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS					

图1

思考题：

ICAO 仪表飞行计划需要填写备降场信息吗？

3. 2. 4其他要求 (1/3)

备注：CCAR91. 171
CCAR91. 175
CCAR91. 177
CCAR91. 179

知识掌握程度：

了解仪表飞行计划的其他要求。

知识要点：

一、按仪表飞行规则的起飞和着陆

1、除经局方批准外，在需要仪表进近着陆时，民用航空器驾驶员必须使用为该机场制定的标准仪表离场和进近程序。

2、在所用进近程序中规定了决断高度/高(DA/DH)或最低下降高度/高(MDA/MDH)时，经批准的决断高度/高(DA/DH)或最低下降高度/高(MDA/MDH)是指下列各项中的最高值：

(1) 进近程序中规定的决断高度/高(DA/DH)或最低下降高度/高(MDA/MDH)。

(2) 为机长规定的决断高度/高(DA/DH)或最低下降高度/高(MDA/MDH)。

(3) 根据该航空器的设备，为其规定的决断高度/高(DA/DH)或最低下降高度/高(MDA/MDH)。

3、只有符合下列条件，航空器驾驶员方可驾驶航空器继续进近到低于决断高度/高(DA/DH)或最低下降高度/高(MDA/MDH)：

(1) 该航空器持续处在正常位置，从该位置能使用正常机动动作以正常下降率下降到计划着陆的跑道上着陆，并且，对于按照CCAR-121部或其他公共航空运输运行规章的运行，该下降率能够使航空器在预定着陆的跑道接地区接地；

(2) 飞行能见度不低于所使用的标准仪表进近程序规定的能见度；

(3) 除II类和III类进近（在这些进近中必需的目视参考由局方另行规定）外，航空器驾驶员至少能清楚地看到和辨认计划着陆的跑道的下列目视参考之一：

(i) 进近灯光系统，但是如果驾驶员使用进近灯光作为参照，除非能同时清楚地看到红色终端横排灯或红色侧排灯，否则不得下降到接地区标高之上 30米(100英尺)以下；(ii) 跑道入口；(iii) 跑道入口标志；(iv) 跑道入口灯；(v) 跑道端识别灯；(vi) 目视进近下滑坡度指示器；(vii) 接地区或接地区标志；(viii) 接地区灯；(ix) 跑道或跑道标志；(x) 跑道灯；

4、当飞行能见度低于标准仪表进近程序中的规定时，航空器驾驶员不得驾驶航空器着陆。

5、当下列任一情况存在时，航空器驾驶员必须马上执行复飞程序：

(1) 在下列任一时刻，不能获得要求的目视参考：

(i) 航空器到达决断高(DH)、最低下降高度(MDA)或复飞点；(ii) 在决断高(DH)或最低下降高度(MDA)以下失去目视参考。

(2) 航空器在最低下降高度(MDA)或以上进行盘旋机动飞行时，不能清晰辨认该机场特征部分的参照物。

6、航空器驾驶员在民用机场按仪表飞行规则起飞时，气象条件必须等于或高于公布的该机场仪表飞行规则起飞最低天气标准。在未公布起飞最低天气标准的机场，应当使用下列最低天气标准：

(1) 对于单台或两台发动机的航空器(旋翼机除外)，机场跑道能见度至少1600米。

(2) 对于多台发动机的航空器(旋翼机除外)，机场跑道能见度至少800米。

(3) 对于旋翼机，机场跑道能见度为800米。

除经局方批准外，航空器驾驶员在按仪表飞行规则驾驶航空器进入或离开军用机场时，必须遵守该机场有管辖权的军事当局规定的仪表进行程序和起飞、着陆最低天气标准。

(转下一页)

3. 2. 4其他要求 (2/3)

备注: CCAR91. 171
CCAR91. 175
CCAR91. 177
CCAR91. 179

知识掌握程度:

了解仪表飞行计划的其他要求。

知识要点:

(接上一页)

7、跑道视程(RVR)和地面能见度的比较值:

除II类或III类运行外,如果在仪表起飞离场和进近程序中规定了起飞或着陆的最低跑道视程,但在该跑道运行时没有跑道视程的报告,则需将跑道视程转换成地面能见度,并使用最低能见度标准实施起飞或着陆。

8、当航空器在未公布的航路上飞行或正在被雷达引导,接到空中交通管制进近许可的驾驶员除要遵守按仪表飞行规则运行的最低高度规定外,必须保持空中交通管制最后指定的高度,直至航空器到达公布的航路或进入仪表进近程序。此后,除非空中交通管制另有通知,航空器驾驶员应当按照航路内或程序中公布的高度下降。航空器一旦达到最后进近阶段或定位点,驾驶员可根据局方对该设施批准的程序完成其仪表进近,或继续接受监视或在精密进近雷达引导下进近直到着陆。当航空器被雷达引导到最后进近航道或最后进近定位点,或从等待点定时进近,或程序规定“禁止程序转弯时,驾驶员不得进行程序转弯,如果在这些情况下需要进行程序转弯,必须得到空中交通管制许可。

9、仪表着陆系统的基本地面设施应当包括航向台、下滑台、外指点标、中指点标,对于II类或III类仪表进近程序还应当安装内指点标。NDB或精密进近雷达可以用来代替外指点标或中指点标。标准仪表进近程序中批准使用的DME、VOR、NDB定位点或者监视雷达可用来代替外指点标。对于II类或III类进近中内指点标的适用性和替代方法,由局方批准的进近程序、相应运行的运行规范或局方批准文件确定

二、仪表飞行规则的巡航高度和飞行高度层

1、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。

2、飞行高度层按以下标准划分:

(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。

思考题:

高度层标准划分?

4.1 空间定向能力

备注:

知识掌握程度:

理解仪表飞行时视觉空间定向的局限性;
理解前庭觉空间定向的局限性;
理解本体觉空间定向的局限性。

知识要点:

人的空间定向信息主要通过视觉、前庭觉、和本体觉获得。健康的人在自然环境下，这三个感觉系统工作良好。但是在仪表飞行中，缺乏目视参照信息，受到飞行机动动作以及飞行中力的影响时，这些系统可能提供错误的定向信息。

1. 视觉空间定向的局限性

在目视气象条件下飞行时，视觉是定向信息的主要来源，并且通常能够提供准确可靠的信息。视觉线索通常能够修正从其它感官得来的错觉。当没有视觉线索时，比如在仪表气象条件下，视觉功能的局限性可能会影响到飞行员的空间定向能力。

缺乏目视参照物时，人对于速度的感知，以及对于物体大小和远近的感知能力都会受限。飞行员往往把同样大小的物体看成较小的物体，把同样距离的物体看成较远的物体。

2. 前庭觉空间定向的局限性

内耳里的前庭器官能感知身体的角加速度，和线加速度以及重力。但是前庭器官的感受性有一定的阈限范围，加速度太小或太大时，人都无法正确感知，而且只能觉察加速度的合力，不能辨别构成合力的分力来源。

在缺乏目视参考的情况下，人体对三维空间飞行中的作用力环境的感知能力较差，如果仅凭自身的感觉来判断飞行姿态，人容易出现前庭错觉，这时应该相信仪表的姿态指示。

3. 本体觉空间定向的局限性

本体系统由皮肤、关节以及肌肉向大脑发出信息，大脑根据这些信息对人体的姿势和方位进行感知。

当其与视觉和前庭信号相结合时，本体系统是非常可靠的。但是在特定的飞行环境中，各种力都作用在人体上，如果加速度的力对人体的影响超过了重力，许多错觉就有可能发生。

思考题:

仪表气象条件下，能否依靠自身的感觉判断飞机的姿态？

4.2.1 空间定向障碍的原因

备注:

知识掌握程度:

理解仪表飞行中可能导致空间定向障碍的原因。

知识要点:

飞行空间定向是飞行员在飞行中对自身、飞机以及飞行环境的认知能力，主要指对自己和飞机的姿态、地点、空间、时间以及运动的知觉。飞行员可能会出现不正确的感知，称之为空间定向障碍或空间失定向，我们习惯称之为飞行错觉。

人的空间定向能力主要取决于个体对视觉、前庭以及本体感受器信号的正确解释。目视气象条件下，飞行员通过驾驶舱外的视觉信息，可以直观、直接、易认的进行空间定向。但仪表气象条件下，飞行员主要通过识读和解释仪表信息进行定向，来自非视觉器官的信息起辅助作用。但由于飞行中的运动刺激常常超出或达不到前庭和本体感受器的感知范围，而又缺失视觉信息时，造成飞行员更依赖前庭及本体的感觉，造成不正确的感知。因此仪表气象条件下，获取信息具有间接性、间断性，容易出现造成空间定向障碍。

思考题:

飞行员能否凭借过硬的身体素质、高超的飞行技术、以及丰富的实践经验克服空间定向障碍？

4.2.2 空间定向障碍的类型

备注:

知识掌握程度:

掌握仪表飞行中空间定向障碍的表现及其影响。

知识要点:

飞行错觉按照产生错觉的感觉器官可以分为: 视觉错觉, 前庭和本体错觉。仪表飞行中可能出现各类飞行错觉的情形如下表所示。

错觉类型	错觉原因	可能出现的情形	可能导致的错觉
视觉错觉	虚假天地线	将虚假天地线误认为是真实的自然天地线; 将云层线或云底当成自然天地线	感知到不正确的俯仰或倾斜状态
	光线及云的影响	光线从机头/机尾/左侧/右侧方向照射过来	上仰/下俯/带右坡度/带左坡度错觉
		大面积云呈斜坡状, 飞机向云顶方向/云顶下坡方向平飞时	下降/上升的错觉
	跑道及地形	比常规偏窄/偏宽的跑道; 向上/向下带坡度的跑道或地形	进场高度偏高/偏低
		跑道周围地形特征不明显, 缺乏参照物	进场高度偏高
		过于明亮的跑道和进近灯光	距离跑道过近
	恶劣气象	风挡玻璃上有雨水	飞机高于实际高度
		霾	距离跑道更高更远
		雾	机头处于上仰姿态
前庭和本体错觉	倾斜错觉	飞机滚转角速度低于前庭器官的知觉阈限; 协调转弯; 由阈上刺激使飞机进入滚转状态, 而后又由阈下刺激恢复到平飞状态	将直线平飞的飞机知觉为带着坡度, 或将带着坡度飞的飞机知觉为直线平飞
	科里奥利错觉	飞行员头部与飞机在不同的平面上运动, 即绕不同的轴转动	飞机正绕着第三个轴转动
	躯体旋转错觉	飞行员长时间以固定速率进行协调转弯/恢复平飞后	感觉不到飞机正在进行转弯/飞机在向相反方向转弯
	躯体重力错觉	飞机以缓慢速度由平飞进入转弯时/由转弯改为平飞; 直线加/减速飞行	飞机在上升/飞机在下降
	倒翻错觉	从爬升改到平直飞行	倒翻

思考题:

清晨起飞过程中, 太阳从飞机的左侧升起, 飞行员可能出现何种错觉?

4. 2. 3 空间定向障碍的克服

备注:

知识掌握程度:

掌握仪表飞行中克服空间定向障碍的方法。

知识要点:

为了预防飞行中出现错觉并防止由此可能造成的潜在危险，飞行员应该：

- 熟知各类错觉的成因并时刻保持警觉。
- 熟练地掌握参考仪表飞行的技能。
- 保证合理的饮食和充足的休息，防止疾病、药物、酒精、疲劳、以及轻度缺氧等情况加重空间定向障碍。

总之最重要的是飞行员能够熟练使用飞行仪表并且相信仪表提供的信息。依靠仪表来进行飞行，克服错觉所造成的影响。

思考题:

仪表飞行条件下，飞行员如何正确的进行空间定向？

5.1.1 雷暴

5.1.1.1 雷暴的形成

备注:

知识掌握程度:

理解雷暴的形成条件;

掌握单体雷暴的发展阶段和对应的天气; 掌握强雷暴的种类。

知识要点:

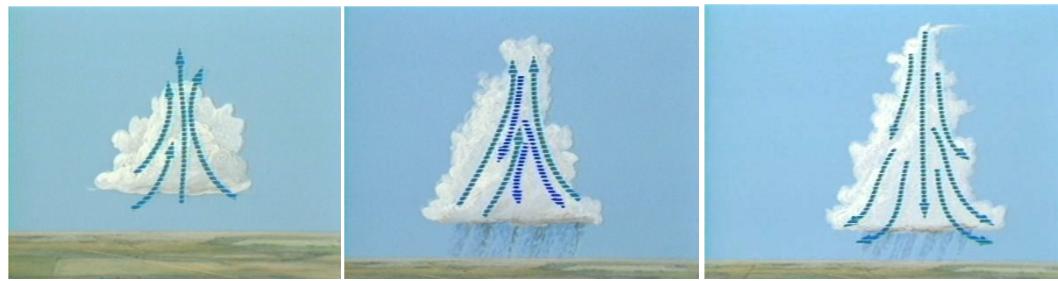
一、雷暴的形成条件

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:

- 1、深厚而明显的不稳定气层;
- 2、充沛的水汽;
- 3、足够的冲击力

二、一般雷暴单体的生命史

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 (a)、成熟阶段 (b) 和消散阶段 (c)。



发展阶段 (a)

成熟阶段 (b)

消散阶段 (c)

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。

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。

消散阶段: 下降气流遍布云中, 云体向水方向扩展, 云体趋于瓦解和消散。

三、强雷暴的种类

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. 龙卷风暴

龙卷风暴简称龙卷。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, 是一种线状的中尺度对流天气系统。

思考题:

什么是龙卷风暴?

5.1.1 雷暴 5.1.1.2 雷暴过境时的地面天气	备注:
--	-----

知识掌握程度:

掌握雷暴过境时气象要素的变化规律;

知识要点:

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。

气压: 雷暴来临前, 气压下降; 雷暴来临, 气压开始升高。

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。

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。

思考题:

雷暴单体过境时地面天气有何变化?

5.1.1 雷暴 5.1.1.3 雷暴的种类	备注:
知识掌握程度:	
了解雷暴的种类; 掌握热雷暴的特点和日变化规律; 掌握地形雷暴的特点; 掌握雷暴的移动规律。	
知识要点:	
<p>根据雷暴冲击力不同一般可分为：热雷暴、地形雷暴、天气系统雷暴等。</p> <p>一、热雷暴</p> <p>由对流产生的雷暴称为热雷暴。特点：范围小、孤立分散、各个雷暴间通常有明显间隙。热雷暴往往发生在大尺度天气系统较弱的情况下，或在性质均匀的气团内部，随气温的日变化热雷暴有明显的日变化，表现为陆地上多出现在午后，入夜之后就逐渐消散；水面上一般多出现在后半夜，白天减弱。</p> <p>二、地形雷暴</p> <p>地形雷暴是暖湿不稳定空气在山脉迎风坡被迫抬升而形成的雷暴。特点：形成很快，位置相对固定，面积较大，云底低，云中气流剧烈，降水强度大，此种雷暴不宜从云下飞过。</p> <p>三、天气系统雷暴</p> <p>1、锋面雷暴</p> <p>在锋面天气区内，若暖湿气团不稳定均有可能产生隐藏的雷暴天气。具体包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①. 冷锋雷暴：冷空气强烈冲击暖湿不稳定空气而形成。强度大，许多雷暴云沿锋线排列，组成一条狭长雷暴带。冷锋雷暴在昼间、夜间、陆地、海上都能出现，日变化较小，移动速度快。 ②. 静止锋雷暴：由暖湿不稳定空气沿锋面上升或由低层气流辐合上升而形成。范围较广，持续时间长，雷暴云常隐藏在深厚的层状云系中，常有明显的日变化。 ③. 暖锋雷暴：不如冷锋雷暴强烈，与静止锋雷暴相似，但夜间出现更多些。 <p>2、冷涡雷暴</p> <p>大气不稳定时，冷涡过境可能带来突然出现的雷暴天气。</p> <p>3、空中槽和切变线雷暴</p> <p>空气暖湿不稳定时，槽线和切变线附近强的辐合产生大范围强烈上升运动，形成的雷暴。</p> <p>4、副热带高压(太高)西部雷暴</p> <p>雷暴常发生在副热带高压脊线以北的西南气流中，副高在西进或东退时，出现较多。</p> <p>四、雷暴的移动规律</p> <p>一般雷暴的移动方向与对流层中平均风的风向一致，具有“雷暴不过河”的现象。</p>	
思考题:	
哪些天气系统可能产生雷暴？	

5.1.1 雷暴

5.1.1.4 下击暴流

备注:

知识掌握程度:

- 理解下击暴流;
- 理解下击暴流的生命周期;
- 理解下击暴流对飞行的影响。

知识要点:

知识要点:

一、下击暴流的定义

能引起地面或近地面产生 >18 米/秒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4~40千米。

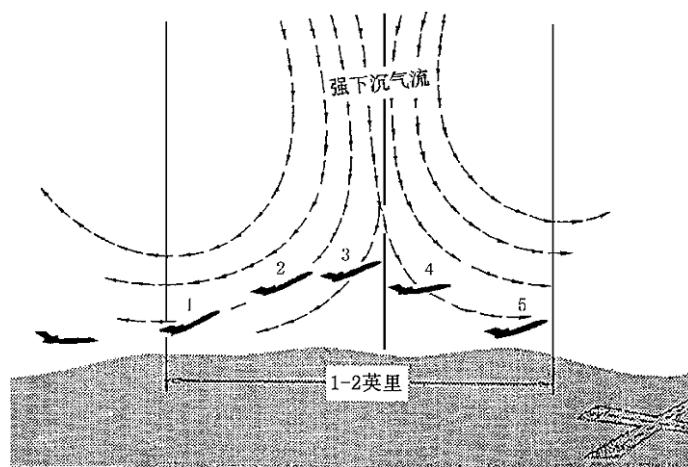
微下击暴流出现在下击暴流之中，水平尺度为400~4000米，地面风在22米/秒以上，离地100米高度上的下降气流速度可达几十米/秒。

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。飞机着陆时，如果下滑轨迹通过下击暴流，刚进入时（位置1~2）飞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3）会遭遇强烈的下冲气流，导致高度过低；当飞机飞过下击暴流中心后（位置4~5），又进入顺风气流，使飞机空速突然降低，可能导致失速。



思考题:

下击暴流对飞行有何影响？

<p>5.1.1 雷暴</p> <p>5.1.1.5 雷暴对飞行的危害</p> <p>知识掌握程度: 掌握雷暴对飞行的危害。</p> <p>知识要点:</p> <p>雷暴对飞行的危害</p> <p>1、龙卷风 进入龙卷风涡旋区的飞机可能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，无意中进入雷暴的飞机可能会遭遇到隐藏的龙卷风涡旋。</p> <p>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飞机造成损害。飞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。</p> <p>3、结冰</p> <p>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的晴空遭遇颠簸。</p> <p>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。</p> <p>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 米（100 英尺）。</p> <p>7、闪电 闪电可能会击穿飞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。</p> <p>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。</p> <p>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。也被称为阵旋风或外冲气流边界。</p> <p>思考题: 雷暴对飞行的危害有哪些？</p>	<p>备注:</p>
---	-------------------

5.1.1 雷暴 5.1.1.6 雷暴的识别和处置	备注:
知识掌握程度:	
掌握识别雷暴的方法; 理解安全飞过雷暴区的条件和方法。	
知识要点:	
<p>一、识别雷暴的方法</p> <p>1、根据云的外貌识别</p> <p>较强雷暴云的特征</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 云体高大耸立，有砧状云顶和最高云塔 b) 云底呈弧状、滚轴状、悬球状或漏斗状，云体前方有移动较快的混乱低云 c) 云体下半部较暗，并有中心黑暗区 d) 周围有旺盛的浓积云伴随 e) 有垂直闪电 <p>较弱雷暴云的特征</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 云体结构松散，砧状云顶有与下部云体脱离的趋势 b) 有水平闪电。 <p>2、云中飞行时对雷暴的判断</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 根据无线电罗盘指针判断 b) 根据通讯的干扰来判断 c) 根据飞行中颠簸、积冰、降水强度来判断 <p>3、使用气象测雨雷达和机载气象雷达探测雷暴</p> <p>二、安全飞过雷暴区的条件和方法</p> <p>1、飞行前飞行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。</p> <p>2、飞行中空勤组只要有可能就应尽量避开雷暴活动区。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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，飞机也最容易遭闪电击（雷击）。</p> <p>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。</p> <p>7、尽量不在中等强度以上降雨区内飞行。</p> <p>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。</p> <p>9、雷暴季节，飞机停放时应做好防护，接好地线，做好防护防止飞机在地面遭大风、冰雹、闪电击等危害。</p>	
思考题:	
飞行中如何判断是否接近或者进入雷暴云？	

5.1.2 飞机颠簸

备注:

5.1.2.1 大气乱流

知识掌握程度:

理解大气乱流的种类。

知识要点:

大气乱流的种类

1、热力乱流

由空气热力原因形成的乱流称热力乱流。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。

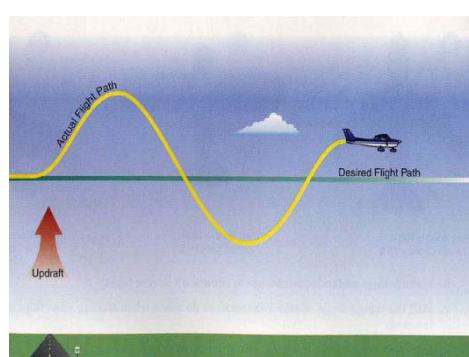
2、动力乱流

空气流过粗糙不平的地表面或障碍物时出现的乱流，称动力乱流。

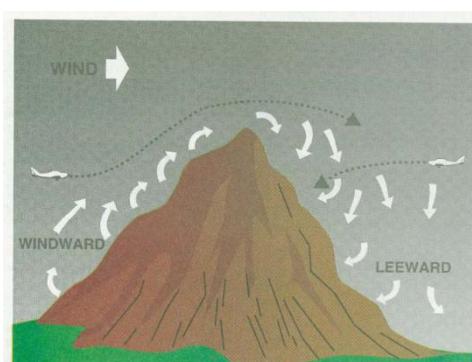
3、晴空乱流

晴空乱流是指出现在高空，与对流云无关的乱流。晴空乱流不伴有可见的天气现象，飞行员难于事先发现，对飞行威胁很大。晴空乱流的成因与强风切变有密切关系。

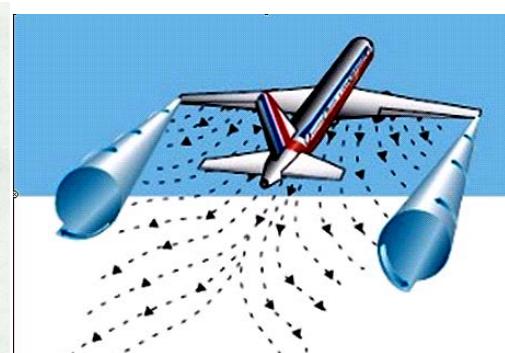
4、尾流



热力乱流



动力乱流



尾流

思考题:

什么是热力乱流？有何特点？

5.1.2 飞机颠簸

5.1.2.2 飞机颠簸的强度

备注:

知识掌握程度:

- 理解飞机颠簸强度的定义;
- 掌握影响飞机颠簸强度的因素;
- 掌握产生飞机颠簸的天气系统和地区。

知识要点:

一、飞机颠簸强度的定义

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

二、影响飞机颠簸强度的因素

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（空速 600km/h 以下），飞行速度越大，飞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、飞机的翼载荷：翼载荷大的飞机单位机翼面积上承受的飞机重量大，受到垂直阵风冲击后产生的加速度小，所以颠簸弱，反之，翼载荷小的飞机，颠簸就较强。

三、产生飞机颠簸的天气系统和地区

1、云中颠簸

飞行中碰到波状云机会最多，层积云和高积云中一般表现为弱到中度颠簸，但如果高积云、卷云与急流区相伴，则可出现强烈颠簸。

2、锋面颠簸

冷暖空气交汇区及其附近，非常有利于湍流发展，主要是温度场和风场存在着显著差异及气流辐合变形而造成飞机颠簸的。

3、高空槽颠簸

当飞机穿越高空槽，且为偏于槽前一侧产生颠簸。明显的风切变和温度切变就在槽前附近，飞机飞近这些地方都要产生较强的颠簸。

4、山地波产生的地形颠簸

在山地的动力因子和热力因子的共同作用下，常出现山地波，山地波可造成山地湍流。飞机如果在这样的气流中飞行，就会产生飞机颠簸。

思考题：

影响飞机颠簸强度的因素有哪些？

5.1.2 飞机颠簸

5.1.2.3 颠簸对飞行的影响

备注:

知识掌握程度:

理解飞机颠簸对飞行的影响;

理解飞机颠簸时的处置方法。

知识要点:

一、理解飞机颠簸对飞行的影响

1. 飞机操纵困难，甚至失去操纵。
 2. 损害飞机结构、减小发动机功率。
 3. 造成飞行人员和乘客的紧张和疲劳，甚至危及安全。
- 二、飞机颠簸时的处置方法
1. 操纵动作要柔和，不要有大的机动动作。
 2. 不必严格保持平飞。
 3. 采用适当的飞行速度。
 4. 改变高度或航线，脱离颠簸区。

思考题:

飞行员遭遇颠簸采取的措施有哪些？

5.1.3 积冰

5.1.3.1 积冰的形成与分类

备注:

知识掌握程度:

理解积冰的原理和过程;
理解飞机积冰的种类和特点。

知识要点:

一、积冰的形成

当飞机在含有过冷水滴的云中飞行时,如机体表面温度低于0℃,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。

二、积冰的种类

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。

1、明冰

明冰是光滑透明、结构坚实的积冰。明冰通常是在冻雨中或由过冷大水滴组成的温度在0~-10℃的云中飞行时形成的。

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。它是当飞机在温度为零下20℃左右的混合云中飞行时形成的。

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,故也称瓷冰。毛冰多形成在温度为-5℃~-15℃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。

思考题:

明冰在什么条件下形成?

5.1.3 积冰

5.1.3.2 影响积冰强度的因素

备注:

知识掌握程度:

理解影响飞机积冰强度的因素。

知识要点:

一、积冰强度

飞机积冰强度等级

等级	单位时间在机体上形成的冰层厚度(毫米/分)	整个飞行过程中,机体单位面积上的积冰厚度(厘米)
弱	<0.5	<5.0
中	0.8~1.0	5.0~15.0
强	1.1~2.0	15.1~30.0
极强	>2.0	>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，低速飞行时（600km/h 以下），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

曲率半径小的机翼积冰强度比曲率半径大的机翼大一些。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，积冰强度还与飞机表面情况有关。粗糙的表面比光滑的表面积冰快。

思考题:

为什么飞机翼尖结冰比翼根积冰严重？

5.1.3 积冰 5.1.3.3 积冰对飞行的影响	备注:
知识掌握程度: 掌握积冰对飞行性能的影响; 掌握飞机积冰时的处置方法。	
知识要点: 一、积冰对飞行性能的影响 1、破坏飞机的空气动力性能 增加飞机重量，改变重心和气动外形，从而破坏了原有气动性能，影响飞机稳定性。 2、影响动力装置效率，甚至产生故障 a) 螺旋桨或风扇积冰，使推力减小。 b) 脱落的冰块可能打坏发动机和飞机； c) 汽化器积冰造成发动机功率降低，甚至停车。 d) 燃油积冰，引起燃油系统的故障。 3、全静压系统和天线积冰，影响相关系统工作。 4、风挡积冰影响对外观察。 二、在积冰条件下飞行时注意事项 1、保持警觉，除观察积冰信号器和可目视的部位外，出现发动机抖动，转速减小，操纵困难等，也是积冰出现的征兆。 2、正确使用防/除冰设备。 3、通过改变航向和高度尽快脱离强积冰区。 4、飞机积冰后，应避免做剧烈的操纵动作，保持合理的速度和安全高度。	
思考题: 积冰对飞行有何影响？	

5.1.4 低空风切变

5.1.4.1 低空风切变的种类

备注:

知识掌握程度:

掌握风切变的定义和种类。

知识要点:

高度 500m 以下，风向风速在空间一定距离上的变化称为低空风切变。根据飞机的运动相对于风矢量之间的各种不同情况，把风切变分为四种。

1、顺风切变

水平风的变量对飞机来说是顺风。顺风切变使飞机空速减小，升力下降，飞机下沉，危害较大。

2、逆风切变

指的是水平风的变量对飞机来说是逆风，这种情形，由于飞机的空速突然增大，升力也增大，飞机抬升。

3、侧风切变

指的是飞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，它使飞机发生侧滑、滚转或偏转。

4、垂直切变

指的是飞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，使飞机突然下沉，危害很大。

思考题:

什么是顺风风切变？

5.1.4 低空风切变

5.1.4.2 产生低空风切变的天气条件

备注:

知识掌握程度:

掌握产生低空风切变的各种天气条件。

知识要点:

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的存在，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。

思考题:

低空辐射逆温是怎样形成风切变的？

5.1.4 低空风切变

5.1.4.3 风切变对飞机和系统的影响

备注:

知识掌握程度:

掌握风切变对飞机的影响;

掌握风切变对系统的影响。

知识要点:

一、风切变对飞机的影响

1、逆风/顺风切变

逆风切变增加了指示空速，从而增加了飞机性能。飞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飞机性能。由于速度损失，飞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，甚至可能导致飞机在较大速度时出现短时的抖杆及机身抖动现象。

3、侧风风切变

侧风切变将导致飞机横滚、偏转。

4、颠簸

5、降水

二、风切变对系统的影响

1、高度表

无线电高度表受地形的影响，地形的起伏会造成高度表的波动。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飞机的升降率。

3、抖杆器

抖杆器会在接近失速迎角时被激活。

思考题:

顺风切变和逆风切变对飞机有何影响？

5.1.4 低空风切变

5.1.4.4 低空风切变的识别及处置

备注:

知识掌握程度:

掌握低空风切变的目视判别方法;

掌握座舱仪表的指示;

掌握遭遇低空风切变的处置方法。

知识要点:

一、风切变的目视判别方法

1. 雷暴冷性外流气流的沙暴堤。
2. 云体下的雨幡。
3. 轴状云。
4. 风吹倒的树林和庄稼。

二、座舱仪表判别法

1. 空速表: 指示发生剧烈变化。
2. 高度表: 高度变指示异常, 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。

三、遭遇低空风切变的正确处置

1. 要求思想准备。
2. 不要有意识地穿越严重风切变或强烈下降气流的区域。
3. 要与雷暴云和大的降水区保持距离。
4. 如果在最后着陆时刻遇到风切变, 只要是难以改出、无法重建着陆剖面, 就应立即复飞。

思考题:

飞行中经常用哪些座舱仪表的显示异常来判断是否遭遇风切变? 如何判断?

5.1.5 低能见天气

5.1.5.1 跑道视程

备注:

知识掌握程度:

掌握跑道视程的概念;

掌握跑道视程和地面能见度的区别。

知识要点:

一、跑道视程的概念

跑道视程是指飞行员在位于跑道中线的飞机上观测起飞方向或着陆方向上能看到跑道面上的标志或能看到跑道边灯或中线灯的最大距离。

二、跑道视程和地面能见度的区别

1. 跑道视程是在飞机着陆端用仪器测定的；地面能见度是在气象台目测的，观测方向为四周所有方向。
2. 能见度在 1500 米以下时，有条件的机场会要加报跑道视程。
3. 跑道视程的目标物是跑道及道面上的标志；地面能见度利用周围已有的灯光、其颜色、光强有随意性、且光强不可调节。
4. 跑道视程的探测高度在 2~10 米间。地面能见度的观测高度一般在 1.6 米左右。
5. 跑道视程在跑道起始端、 跑道中段和跑道末端不同时，会在本场分别报告。

思考题:

跑道视程和地面能见度的有何区别？

5.1.5 低能见天气

备注:

5.1.5.2 雾

知识掌握程度:

掌握雾的定义;

掌握辐射雾和平流雾的形成和特点。

知识要点:

一、雾的定义

悬浮于近地面气层中的水滴或冰晶，使地面能见度小于1千米的现象称雾。

二、辐射雾

由地表辐射冷却而形成的雾叫辐射雾。

1、形成条件

- a) 晴朗的夜空（无云或少云）
- b) 微风（一般 $1\sim3\text{m/s}$ ）
- c) 近地面空气湿度大

2、特点

- a) 季节性和日变化明显
- b) 地方性特点显著
- c) 范围小、厚度小、分布不均

三、平流雾

暖湿空气流到冷的下垫面被冷却后形成的雾，叫平流雾。

1、形成条件

- a) 适宜的风向风速。风向应是由暖湿空气区吹向冷下垫面区，风速一般在 $2\sim7\text{m/s}$ 之间
- b) 暖湿空气与冷下垫面温差显著
- c) 暖湿空气的相对湿度较大

2、特点

- a) 春夏多，秋冬少
- b) 日变化不明显
- c) 来去突然；范围广、厚度大

思考题:

辐射雾的形成和特点与平流雾的形成和特点有何不同？

5.1.5 低能见天气

备注:

5.1.5.3 其他低能见天气

知识掌握程度:

了解固体杂质形成的视程障碍;

掌握影响能见度的天气符号。

知识要点:

一、固体杂质形成的视程障碍

1. 烟幕

大量烟粒在逆温层下聚集使能见度小于5千米的现象。

2. 霾

大量微小的固体杂质浮游在近地层或空中的逆温层下，使能见度小于5千米的现象。

3. 风沙

强风将地面的尘土吹起，使能见度小于5千米的现象称为扬沙；小于1千米的现象称为沙暴。

4. 浮尘

大量细小的固体杂质浮游在近地层的逆温层下，使能见度小于5千米的现象。（对黄光散射强）。

5. 吹雪

强风将地面的积雪吹起，使能见度小于5千米的现象称为吹雪（此时天空没有下雪）；天空既在下雪，而地面积雪又被强风吹起的现象叫雪暴。

二、影响能见度的天气符号

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	⤓	⤔

思考题:

雾和霾形成的原因和特点各是什么？

5.1.6 山地波

备注:

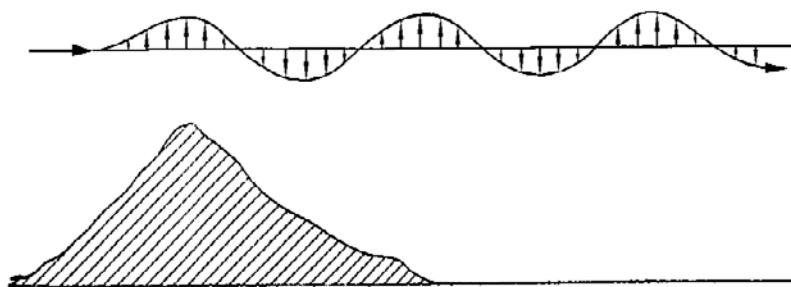
知识掌握程度:

- 理解山地波的定义;
- 理解山地波对飞行的影响;
- 理解进入山地波后的处置措施。

知识要点:

一、山地波的定义

在一定条件下，气流越山时，在山脊背风面上空形成的波动，称山地背风波。指示山地波存在的云主要有：帽状云、滚轴云、荚状云。



二、山地波对飞行的影响

1. 山地波中的升降气流会使飞机高度明显改变。
2. 背风波中的下降气流使气压式高度表读数偏高。
3. 山地波中常有乱流造成飞机颠簸。

三、进入山地波后的处置措施

1. 避开山帽云、滚轴云和荚状云，因为云中有强的湍流和升降气流。
2. 警惕气压高度表发生误差。
3. 按规定的飞行速度穿越湍流区。

思考题:

山地波对飞行有什么影响？

5.1.7 高空急流

备注:

5.1.7.1 高空急流的形成及特征

知识掌握程度:

掌握高空急流的形成及特征。

知识要点:

高空急流是位于对流层上层或平流层中的强而窄的气流。急流中心的长轴称为急流轴，它近于水平。

一、高空急流的形成

高空急流的形成和大气中水平气温梯度大相关。如果在大气中有一个水平气温梯度大的区域，在它的高空，必有一个强风带存在，当风速达到或超过 30m/s 时，即出现了急流。

二、高空急流的特征

- 1、急流一般长几千千米，有的可达万余千米，宽度为几百至千余千米，厚度为几千千米。
- 2、急流中心的长轴称为急流轴，它是准水平的，大致是纬向分布。
- 3、在急流轴附近风切变很强，湍流也强。
- 4、急流轴线上风速最低值为 30m/s 。
- 5、急流轴上风速分布不均匀，大小风速交替出现。

思考题:

什么是高空急流，高空急流有哪些特征？

5.1.7 高空急流

5.1.7.2 高空急流的种类

备注:

知识掌握程度:

掌握高空急流的种类。

知识要点:

一、温带急流（北支西风急流）

位置：冬季靠南，在 $40\sim60^{\circ}\text{N}$ ；夏季靠北，在 70°N 附近。

高度：极地对流层顶附近或极地对流层顶以下 $1\sim2\text{km}$ 处；夏季高度偏高。

风速：冬季强；夏季弱。

二、副热带急流（南支西风急流）

位置：副热带高压北部，冬季靠南，在 $25\sim32^{\circ}\text{N}$ 之间；夏季向北推移约 $10\sim15$ 个纬度。

中国的急流以副热带急流为主。

高度：平均 $12\sim14\text{km}$ 。

风速：冬季强夏季弱。

三、热带东风急流

位置：热带对流层顶附近或平流层，副热带高压南部。

高度： $14\sim16\text{km}$ 。

风速：夏季强冬季弱。

四、极地平流层急流

位置： $50\sim70^{\circ}$ ；

风向风速：冬季西风，夏季东风

思考题：

高空急流的种类有哪些，影响我国的高空急流有哪些？

5.1.7 高空急流

5.1.7.3 高空急流的判断

备注:

知识掌握程度:

掌握高空急流的判断。

知识要点:

一、利用空中等压面图判断急流

在相应的等压面图上，等高线密集区就是强风区，从风速大于30m/s 的急流范围可以了解急流的位置、宽度、长度和强度等。

二、利用空间垂直剖面图来判断急流

空间垂直剖面图(简称剖面图)能更直接、更清楚地表示出大气的垂直结构，能了解急流、对流层顶、锋等的空间结构。

三、利用卫星云图判断急流

卫星云图上急流云系的北部边界一般呈反气旋性弯曲或准直线状，边界整齐光滑，位置与急流轴大体吻合。

四、利用高空云的形状来判断急流

急流有关的云在急流轴区高压一侧的下方，且平行于急流轴而伸展，并随风迅速移动，可用于判断急流的位置和风速大小。

思考题:

高空急流的判断方法有哪些，飞行中应注意哪些问题？

5.2.1 气旋

5.2.1.1 气旋的形成和发展

备注:

知识掌握程度:

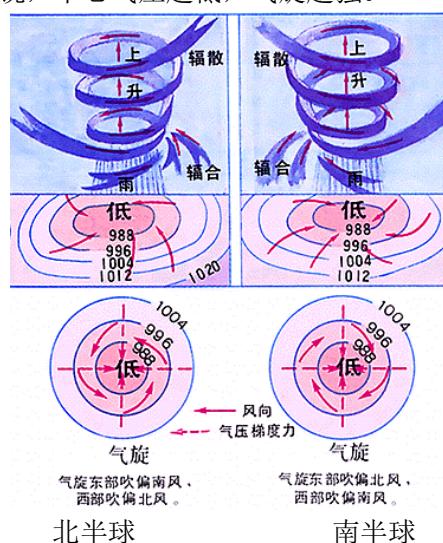
理解气旋的定义和气旋流场特征;

了解影响我国的气旋种类。

知识要点:

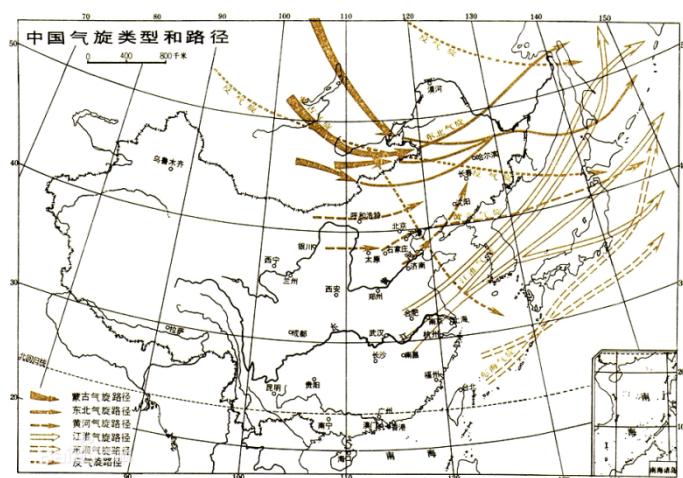
一、气旋的定义和反气旋流场特征

北半球，大气中水平气流呈逆时针旋转，中心气压低于四周的大型涡旋称气旋（又称低压）。通常气旋带来阴雨天气。气旋的直径一般为1000千米，大的可达2000-3000千米。气旋的强度以其中心的气压值来反映，一般来说，中心气压越低，气旋越强。



二、影响我国的气旋

东北气旋、江淮气旋、东北冷涡、西南低涡。



思考题:

什么是气旋？气旋流场特征如何？

5.2.2 反气旋

备注:

5.2.2.1 反气旋的形成和发展

知识掌握程度:

理解反气旋的定义和反气旋流场特征;

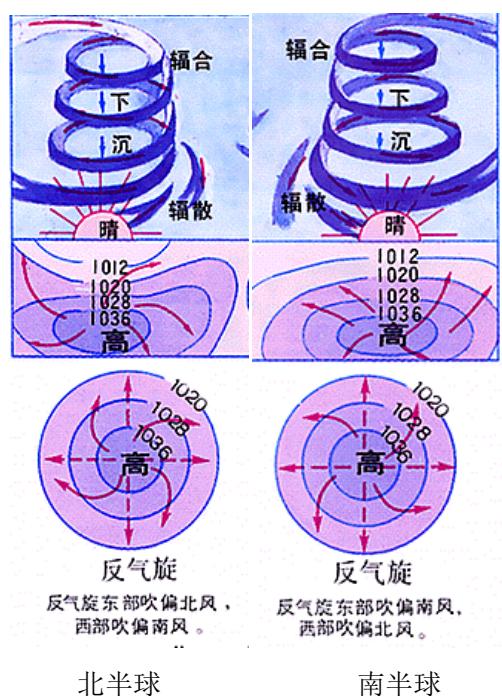
了解影响我国的反气旋种类。

知识要点:

一、反气旋的定义和气旋流场特征

北半球，大气中水平气流呈顺时针旋转，中心气压高于四周的大型涡旋称反气旋（又称高压）。反气旋的水平尺度比气旋大得多，中心气压越高，反气旋越强，通常反气旋中心是晴好天气。

按地理位置划分，反气旋可分为极地高压，温带高压和副热带高压；按热力结构划分，反气旋可分为冷高压和暖高压。



二、影响我国的反气旋

1、蒙古冷高压

又叫“西伯利亚高压”，出现在蒙古和西伯利亚之间。受高压控制区天气晴朗、严寒，易产生辐射雾。其高压脊经常伸向我国北方，强冷的西北气流南下时常形成寒潮天气。

2、太平洋副热带高压

副高冬季脊线在北纬 15° 左右，从春季到夏季逐渐北移，7、8月移到 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ ，9月以后南退。脊线附近：风力微弱，天气炎热；脊线西北侧：与西风带相邻，常有气旋，多阴雨天气；脊线南侧：天气晴好，当东风气流发生波动，或有热带气旋形成时，则会出现云雨、雷暴等恶劣天气。

思考题：

影响我国的反气旋有哪些？

5.2.3 槽线和切变线

备注:

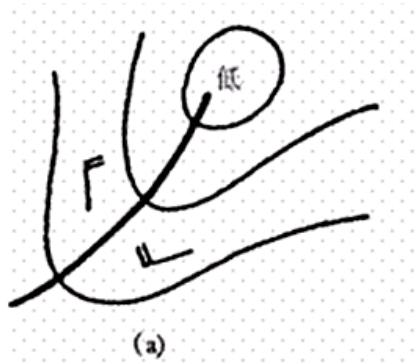
知识掌握程度:

- 理解槽线的概念;
- 了解槽线的特征和一般天气;
- 理解切变线的概念;
- 了解切变线的特征和一般天气。

知识要点:

一、槽线的概念

等压面图中等高线弯曲最大点的连线就是槽线。



二、槽线的特征和一般天气

槽在单独出现时（地面没有锋面、气旋等与之对应），往往并不强，一般只产生一些中高云天气。比较强的低压槽常常与气旋和锋面相联系，带来较严重的天气。

三、切变线的概念

切变线是具有气旋式切变的风场不连续的线。它的两侧风向、风速有明显差别，但温度没有多大差异。

四、切变线的特征和一般天气

当切变线形成后，由于两侧风向、风速的不一致，使切变线区域内形成辐合带，使大量气流上升，常出现阴雨天气。切变线带来的云雨和不稳定天气，对飞行有很大的影响。

思考题:

槽线和切变线有何区别？

5.2.4 热带辐合带和热带气旋

备注:

知识掌握程度:

了解热带辐合带的形成和天气;

了解热带气旋的形成和天气。

知识要点:

一、热带辐合带的定义及特点

热带辐合带也称赤道辐合带，是南北半球两个副热带高压之间的低压带。

二、热带辐合带的天气

在辐合强的地区，积状云将会迅速生成，云顶高可达对流层顶。

三、热带气旋

1、热带气旋根据中心风力强度，可以分为：

热带低压（相当于风力 7 级以下）

热带风暴（相当于风力 8-9 级）

强热带风暴（相当于风力 10-11 级）

台风（相当于风力 12 级及以上）

2、台风

台风区内水汽充沛，上升气流强烈（台风眼除外），因此常有较大降水。愈靠近台风眼降水量愈大，最大降水集中在台风眼周围的云墙、螺旋状云带和显著的气流辐合带中。

思考题:

台风天气特点是什么？

5.3.1 气象报告和预报

备注:

5.3.1.1 METAR报

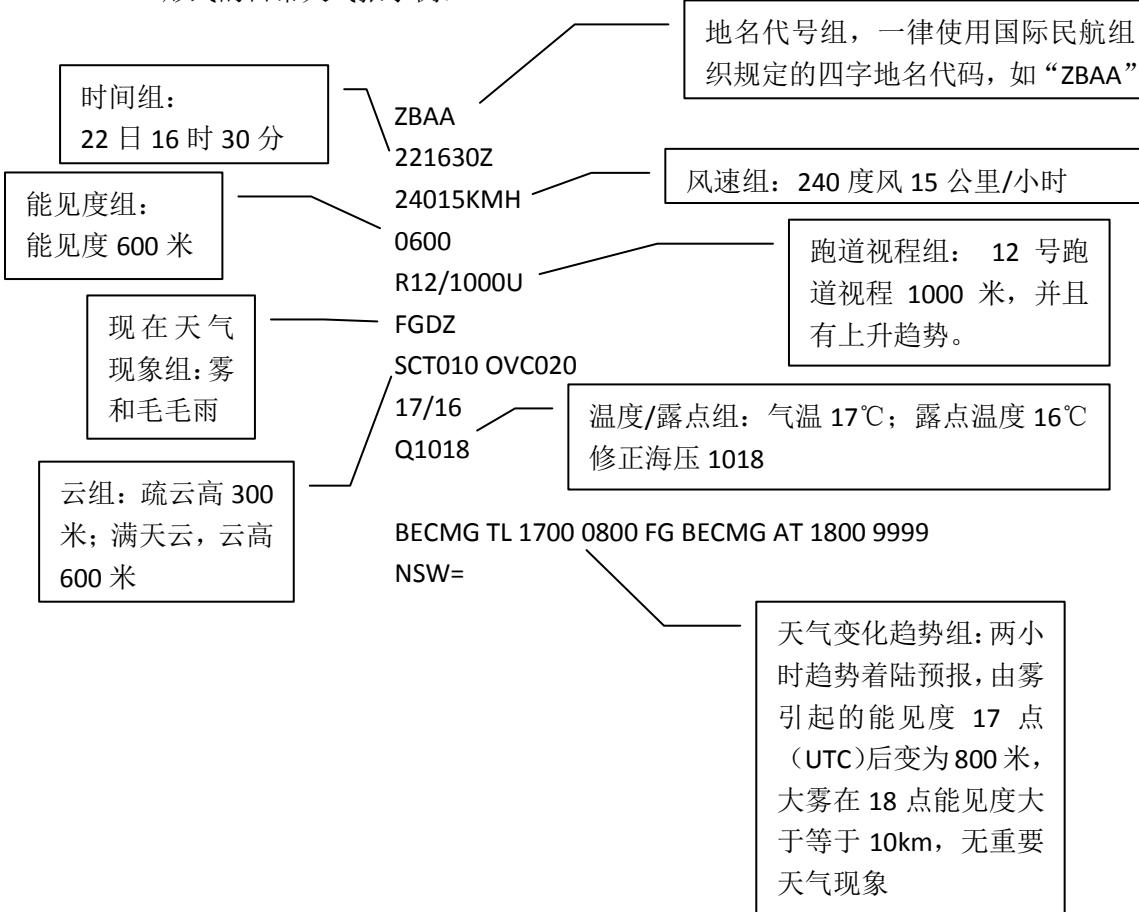
知识掌握程度:

掌握编码形式和内容。

知识要点:

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：



思考题:

请翻译下面的METAR报文

METAR ZSSS 080300Z 16003G08MPS 4000 -SHRA SCT050 BKN060 OVC090 21/20 Q0997 RESHRA=

5.3.1 气象报告和预报

备注:

5.3.1.2 TAF报

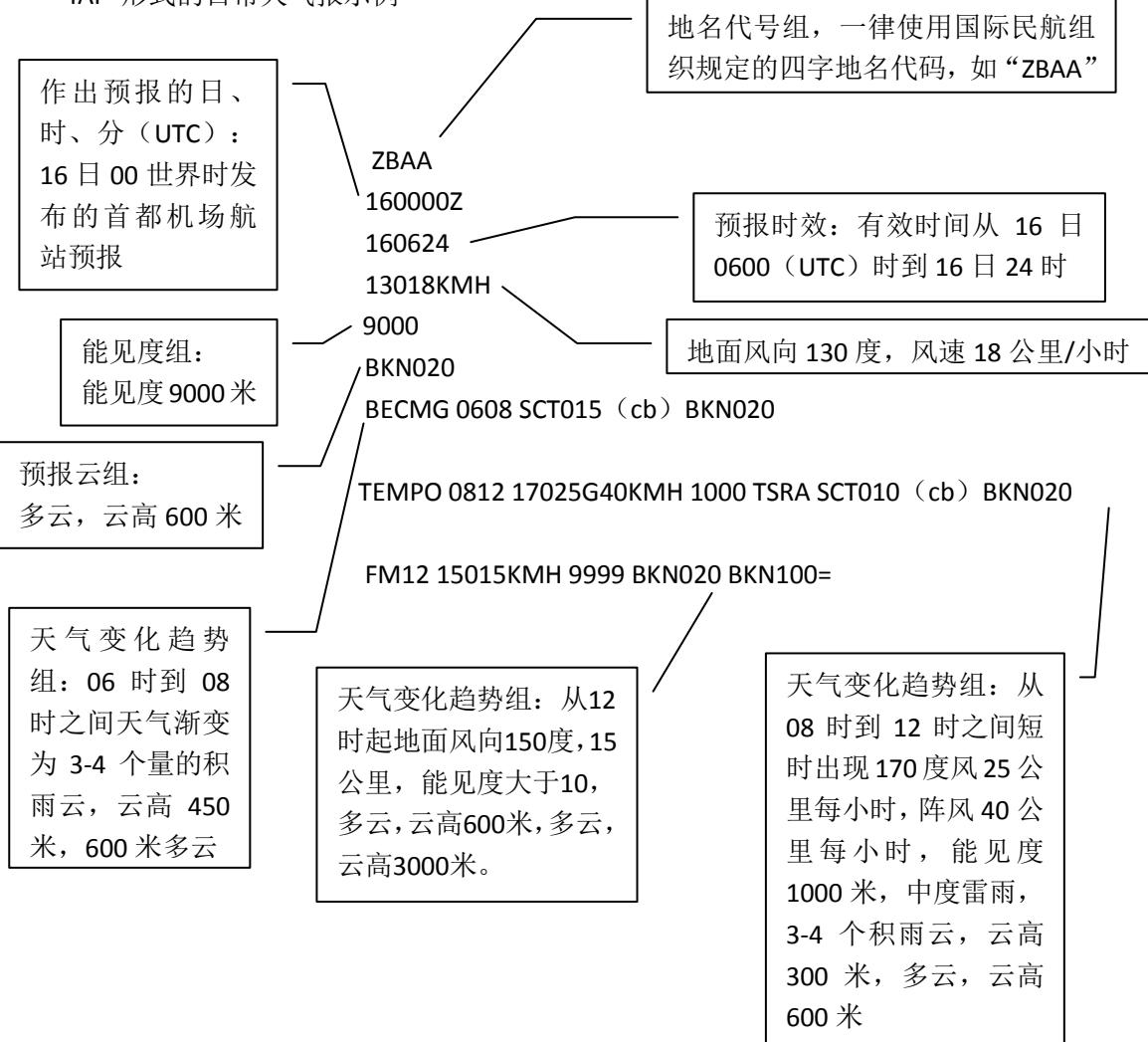
知识掌握程度:

掌握编码形式和内容。

知识要点:

对于某一机场的地面天气预报就是航站天气预报（Terminal Weather Forecasts），它是用于了解某一特定机场的未来天气情况的最佳途径之一。航站天气预计的内容主要有地面风，能风度，天气现象和云等。

TAF 形式的日常天气报示例



思考题:

请翻译下面的TAF报文

TAF ZBAA 080918 04004MPS 0600 SS FEW023 SCT040 SCT060 (cb) FM11 31002MPS 1200 SA NSC=

5.3.1 气象报告和预报

5.3.1.3 SPECI报

备注:

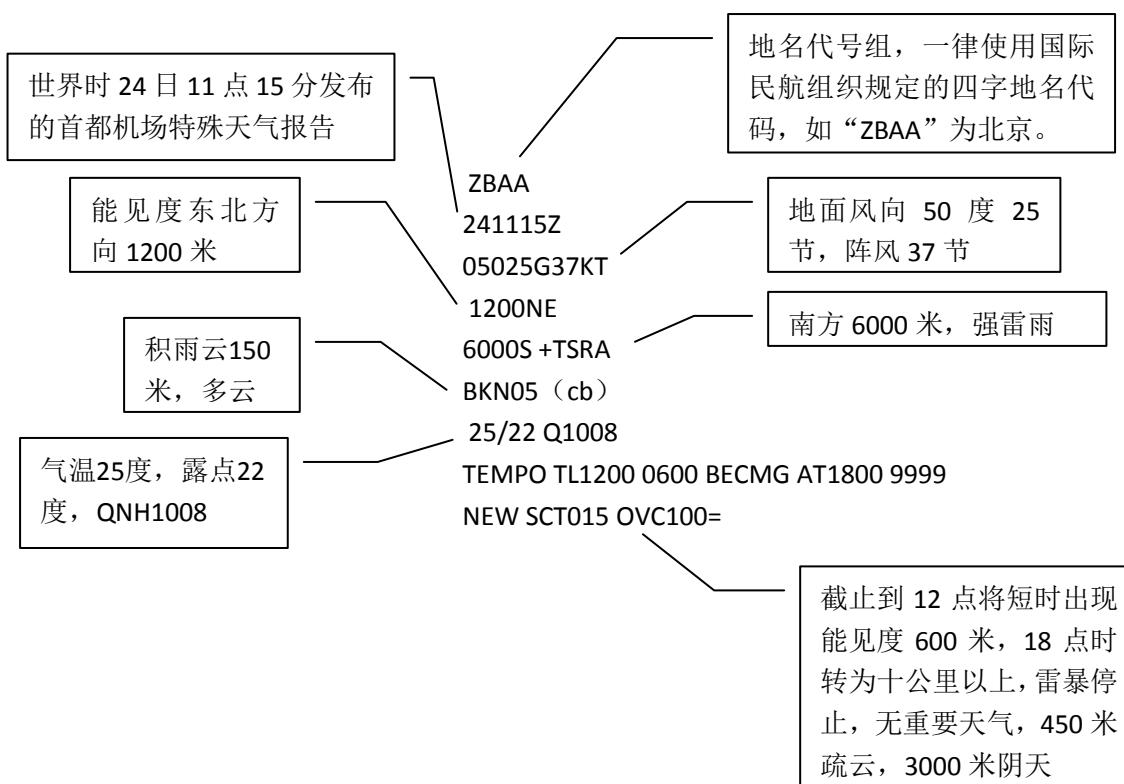
知识掌握程度:

掌握编码形式和内容。

知识要点:

特殊观测是指在两次正点观测之间，当指定的要素达到某一数值或重要的天气现象出现（终止或消失）时而进行的观测，这种观测的报告称为特殊天气报告（Special Aviation Weather Reports）。

SPECI 形式的日常天气报示例



思考题:

请翻译下面的SPECI报文

SPECI ZBTJ 220615Z TSRA SCT040 (cb) =

5.3.1 气象报告和预报

5.3.1.4 SIGMET报

备注:

知识掌握程度:

掌握编码形式和内容。

知识要点:

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 电报预报的内容

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
在跨音速和超音速巡航高度上	VA (+火山名称)	火山灰
	MOD TURB	中度颠簸
	MOD TURB	严重颠簸
	MOD TURB	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

思考题：请翻译下列SIGMET 报

YUCC SIGMET2 VALID 221215/221600 YUDO AMSWELL FIR SEV TURB OBS AT 1210
YUBS FL250 MOV E 40 KMH WKN=

5.3.1 气象报告和预报

5.3.1.5 低空重要气象情报 (AIRMET)

备注:

知识掌握程度:

掌握编码形式和内容。

知识要点:

一、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。

二、低空重要气象电报预报的内容

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

思考题：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=

5.3.2 气象图表

备注:

5.3.2.1 重要天气预报图符号

知识掌握程度:

识别各种重要天气和重要天气系统的符号。

知识要点:

重要航空天气预报（Significant Weather Forecasts）就是对航路（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。

重要天气和重要天气系统的符号（一）

雷暴	R	毛毛雨	●
热带气旋	6	雨	///
严重飑线	VW	雪	×
中度颠簸	Λ	阵雨	▽
严重颠簸	▲	大片吹雪	↑
山地波	◎	严重沙或尘霾	S
中度飞机积冰	¶	大片沙(尘)暴	S
严重飞机积冰	¶	大片霾	∞
大片雾	≡	大片轻雾	=
雹	△	大片烟	ℳ
火山喷发	火	冻雨	∽
大气中的放射性物质	⊕	火山灰云	■

重要天气和重要天气系统的符号（二）

地面冷锋	▲	最大风的位置、速度和高度层	FL 270
地面暖锋	▲	辐合线	FFF
地面锢囚锋	▲▲▲	零度等温层高度	0:100
地面准静止锋	~	热带辐合带	II III
对流层顶高点	H 400	海面状况	10
对流层顶低点	270	海面温度	10
对流层顶高度	360		
风羽表示急流上的最大风以及其出现的飞行高度层。两短划表示重要的变化（风速≥20 海里/小时、飞行高度层（如可行的话）≤3000 英尺）。在此例中，两短划处风速是 225 千米/小时（120 海里/小时）。粗线描绘预报风速为 150 千米/小时（80 海里/小时）的急流轴的起始/终止点。			

思考题:

怎样识别重要天气预报图中的高空急流？

5.3.2 气象图表

备注:

5.3.2.2 低层重要天气预告图

知识掌握程度:

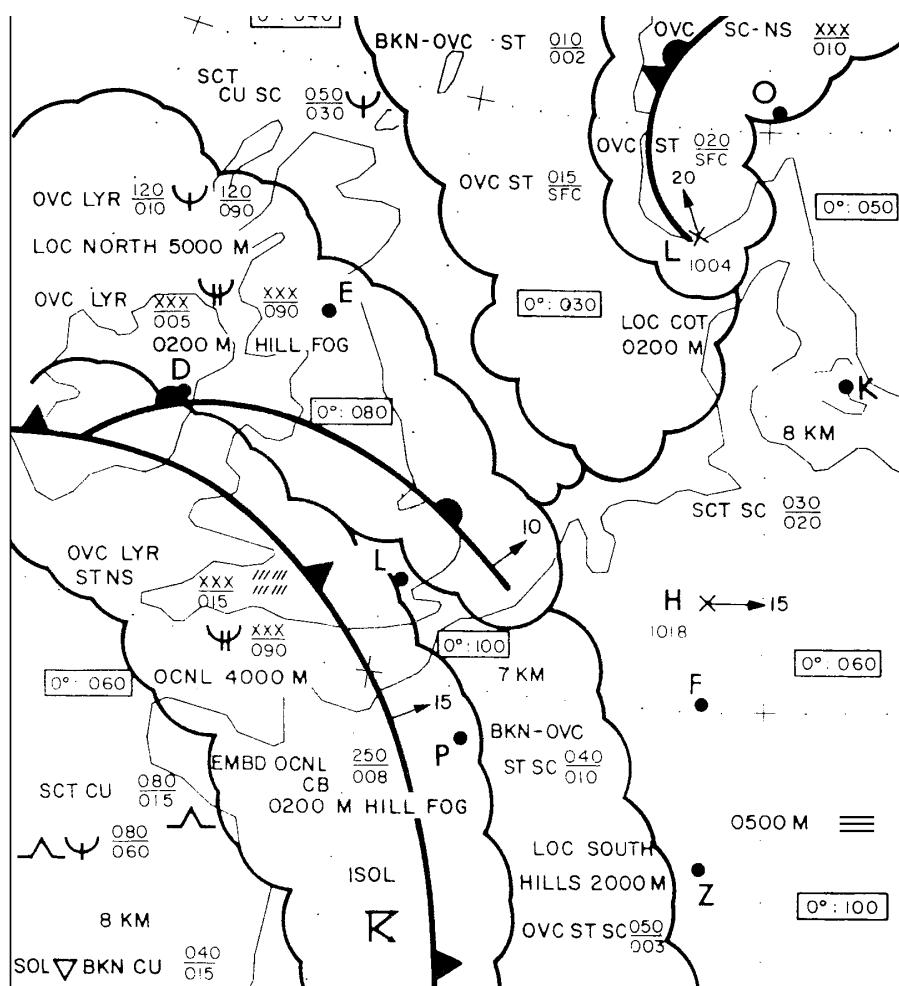
掌握低层重要天气预告图的预报内容。

知识要点:

低层重要天气预告图

飞行高度在FL100 (10□000 英尺) 以下的低层的重要天气预告图，图中标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5000m 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：



思考题:

低层重要天气预告图的高度范围是什么？

5.3.2 气象图表

备注:

5.3.2.3 中层重要天气预告图

知识掌握程度:

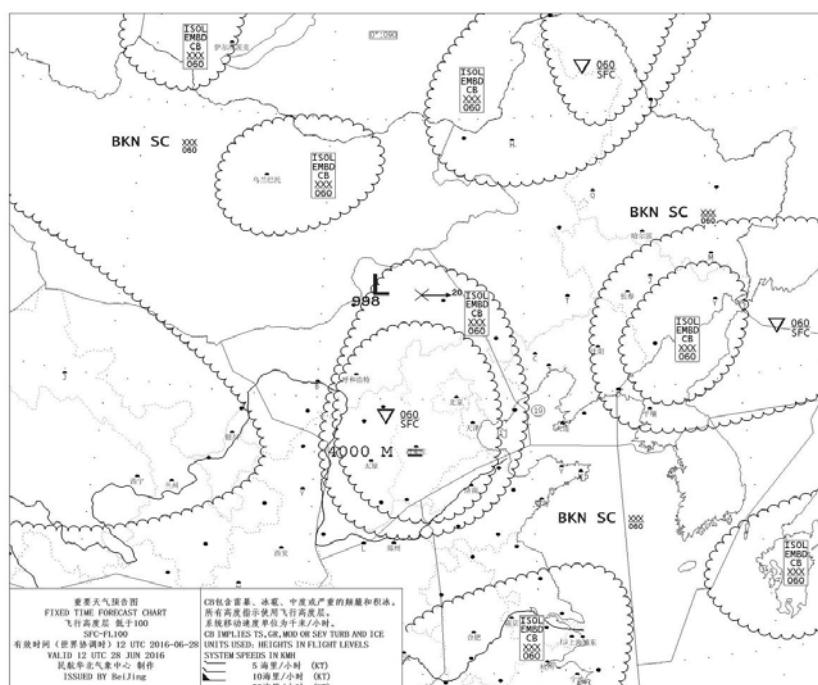
掌握中层重要天气预报图的预报内容。

知识要点:

飞行高度在 FL100 至 FL250 的中层的重要天气预报图，

与低层预报不同的是，中层的重要天气预报没有地面能见度、气压中心、0°C 等温层高度、海平面温度和海面状况等内容，而增加了出现在中高空的飞行气象条件：晴空颠簸及其强度；急流及出现高度和风速；火山灰云。

中层重要天气预报图举例：



思考题:

中层重要天气预报图的主要内容有哪些？

5.3.2 气象图表

5.3.2.4 高层重要天气预告图

备注:

知识掌握程度:

掌握高层重要天气预报图的预报内容。

知识要点:

飞行高度在FL250 以上的高层重要天气预报图

高层重要天气预报图中预报了中层的所有的天气现象，不同的是云只预报积雨云，另外还多一个对流层顶的高度资料，对流层顶高度用数字表示，单位为100 英尺。

高层重要天气预告图举例:

思考题:

高层重要天气预报图的主要内容有哪些？

5.3.2 气象图表

5.3.2.5 高空风温图

备注:

知识掌握程度:

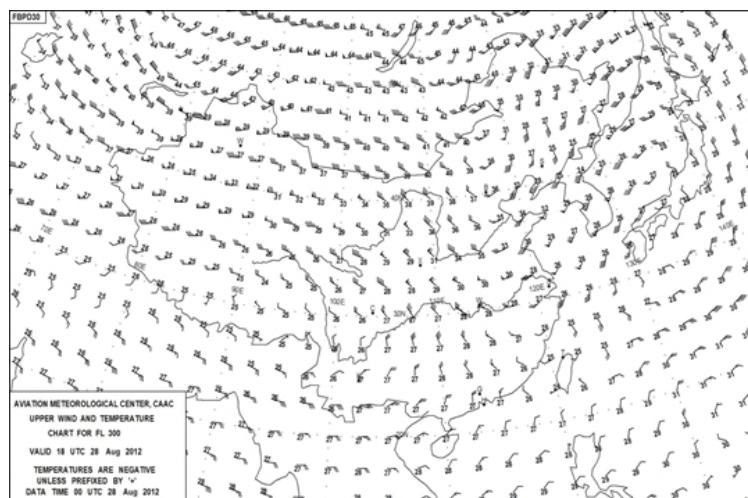
掌握高空风温图的预报内容;

分析高空风温图对飞行的影响。

知识要点:

一、高空风温预告图作用

空中风和温度预报提供的是选择的航站上空不同高度的风向、风速及温度，这些预报在作飞行计划时十分重要。



二、高空风温预告图预报内容

图上要注意的是风速的表示，一条短线为10KT，一面三角旗是50KT，而温度除前面标有“+”号外，均为负值。

符号	国际(单位:kn)	我国(单位: m/s)
○	0	
—	1~2	1
—△—	5	2
—△—	10	4
—▼—	50	20

思考题:

高空风温预告图风速标识符号的含义？

5.3.2 气象图表

5.3.2.6 卫星云图

备注:

知识掌握程度:

- 了解卫星云图的种类;
- 掌握积雨云的云图特征;
- 掌握锋面的云图特征。

知识要点:

一、卫星云图的种类:

1、可见光云图

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。

2、红外云图

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。

三、积雨云的云图特征

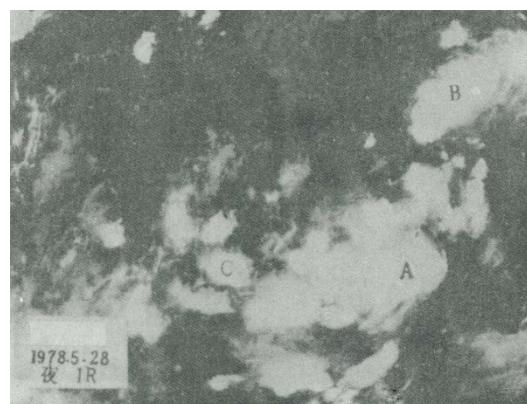
积雨云在两种云图中都为浓白色，范围较小，边界清晰，有时带有纤维状纹理结构。

三、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为浓白色的积雨云。



锋面云图



积雨云图

思考题:

如何从卫星云图上识别积雨云的种类?

5.3.2 气象图表

5.3.2.7 地面气象雷达

备注:

知识掌握程度:

了解地面气象雷达的两种显示方式;

了解地面气象雷达回波的识别。

知识要点:

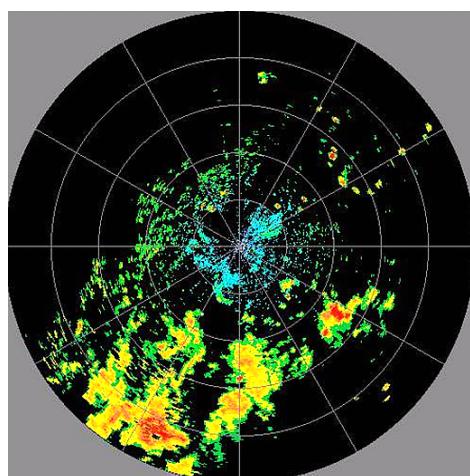
一、地面气象雷达的两种显示方式

1、平显（PPI）

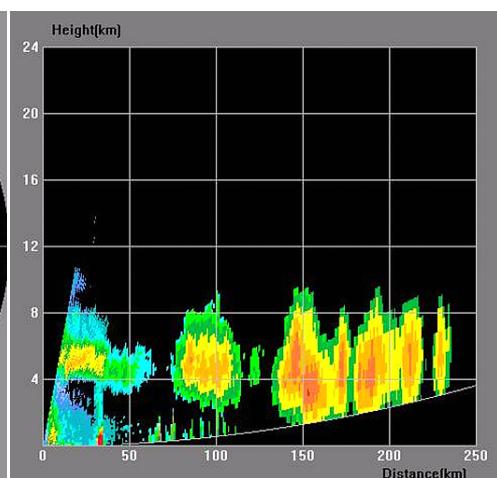
显示降水的水平方位和距离、范围、强度的分布等。

2、高显（RHI）

显示降水的距离、高度、强度等。



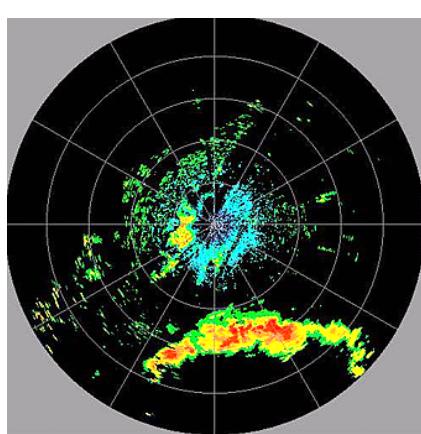
PPI



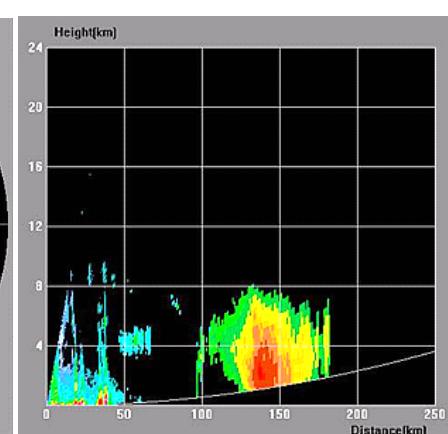
RHI

二、雷暴降水回波的识别

雷暴降水回波呈块状回波，边界轮廓清晰，回波强度大，中心区域为红色、品红色或紫色。



PPI



RHI

思考题:

雷暴降水有哪些回波特征？

5.3.2 气象图表

5.3.2.8 机载气象雷达

备注:

知识掌握程度:

了解机载气象雷达对天气的探测。

知识要点:

一、机载气象雷达对天气的探测

机载气象雷达主要用来测量飞机前方扇形区域内的降水强度，一般的云雾、火山灰、干冰雹、干雪、晴空乱流不能探测，扇形区域以外是不能探测的盲区。

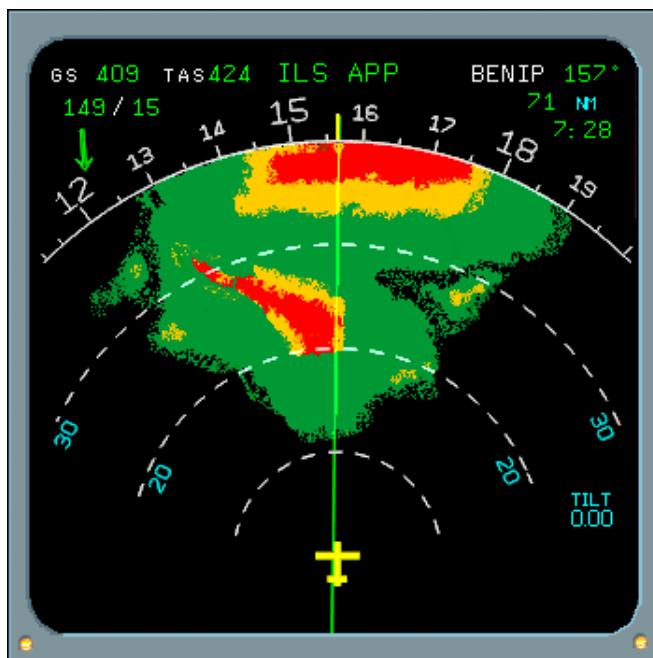
二、使用机载气象雷达避开危险天气

1、避开红色区域。

2、不能进入雷暴回波当中的无回波区。

3、强雷暴云的回波特征具有特殊形状，比如U形无回波缺口、钩状、锯齿状、指状。

4、由于雷暴顶部通常为温度较低的干性粒子，雷达难以探测，因此在较高高度飞行时，天线下俯，以便更好的探测前方雷暴区和晴空降雹区；同理，雷暴底部有时降水较弱，在较低高度飞行时，天线上仰，以便更好的探测前方雷暴区。



思考题:

如何利用机载气象雷达避开危险天气？

6.1.1 无线电方位与预定方位

6.1.1.1 无线电方位

备注:

知识掌握程度:

掌握常用的无线电定位方法及无线电方位变化规律。

知识要点:

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。飞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）和飞机磁方位角（QDR）。

1、电台与飞机的位置关系

(1) 电台相对方位角 (RB-Relative to Bearing)

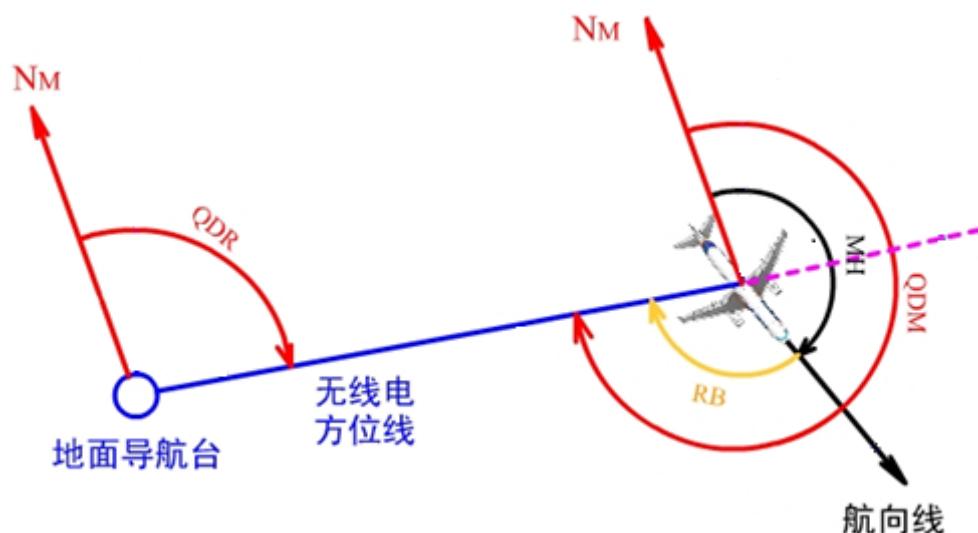
从航向线顺时针方向量到无线电方位线的角度，叫电台相对方位角，范围 $0^\circ - 360^\circ$ ，它表示电台相对于飞机纵轴的位置。

(2) 电台磁方位角 (QDM-Magnetic Bearing to Facility)

从飞机所在位置的磁经线北端顺时针量到无线电方位线的角度，叫电台磁方位角QDM或向台磁方位，范围 $0^\circ - 360^\circ$ ，它表示电台在飞机位置的那个方位上。

(3) 飞机磁方位角 (QDR-Magnetic Bearing from Facility)

从电台所在位置的磁经线北端顺时针量到无线电方位线的角度，叫飞机磁方位角QDR或背台磁方位，范围 $0^\circ - 360^\circ$ ，它表示飞机在电台位置的那个方位上。



飞机在当时所保持磁航向MH所测得的电台相对方位角RB、电台磁方位角QDM、飞机磁方位角QDR之间的关系是

$$QDM = MH + RB \quad QDR = QDM \pm 180^\circ$$

2、无线电方位的变化规律

在同一条方位线上，电台磁方位角和飞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，随着飞机的向前飞行，无线电三个方位都将逐渐增大；电台在左侧，随着飞机的向前飞行，无线电三个方位都将逐渐减小。

思考题:

飞机沿同一条方位线飞行时，航向的改变量等于什么方位角的改变量？

6.1.1 无线电方位与预定方位

6.1.1.2 进入预定方位线

备注:

知识掌握程度:

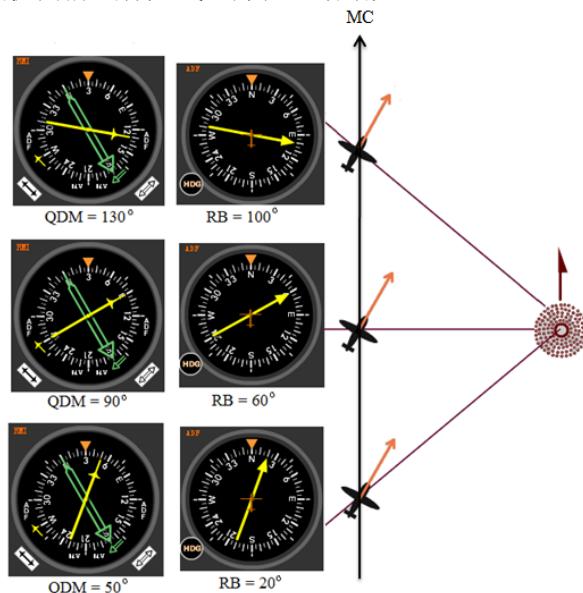
掌握进入预定方位线的判断原理。

知识要点:

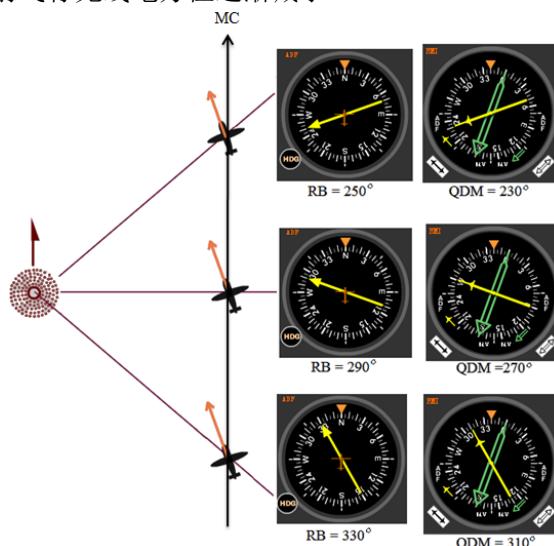
从选定电台到预定地点的连线，叫预定无线电方位线，简称预定方位线；引导飞机飞到预定方位线的瞬间，就叫进入预定方位线。

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。

1、电台在右侧，飞机向前飞行无线电方位逐渐增大



2、电台在左侧，飞机向前飞行无线电方位逐渐减小



思考题:

飞机在电台左侧，预定方位线为 270°，QDM 指示 235°，现在飞机是否进入预定方位线？

6.1.2 ADF/NDB

6.1.2.1 ADF指示器的识读

备注:

知识掌握程度:

掌握NDB电台仪表指示器的识读。

知识要点:

用自动定向测量NDB电台相对方位时，其方位指示器有多种形式，显示也有所区别。主要使用ADF指示器与无线电电磁指示器（RMI）两种仪表指示器。

1、ADF指示器的显示

一种ADF指示器没有航向旋钮，表盘是固定式的，这时指针指示的读数就是电台相对方位角；另一种ADF指示器左或右下角有航向旋钮，通过转动旋钮，使标线与当时航向对正，此时方位指针指示的就是电台磁方位，方位指针尾所指就是飞机磁方位；方位指针与标线的夹角即为电台相对方位角。



2、无线电电磁指示器（RMI）的显示

RMI的刻度盘可以跟随飞机航向的改变而转动，从RMI的航向标线可以读出飞机当时的航向。RMI方位指针有两根，细针和粗针分别指示第一部或第二部ADF或VOR接收机送来的方位信号，显示出所测定的方位。方位指针针尖指示的是QDM，针尾所指是QDR；针尖与标线的夹角即为RB。



思考题:

ADF指示器与 RMI 指示器的区别？

6. 1. 2 ADF/NDB

6.1.2.2 ADF/NDB组成及工作原理

备注:

知识掌握程度:

理解ADF/NDB导航系统的组成及工作原理。

知识要点:

自动定向机（ADF-Automatic Direction Finder）与地面导航台配合，组成一种近程测角系统，典型设备工作频率为190-1750kHz，以天波的形式传送，可以绕过高大障碍物，易受干扰导致指示器指针晃动。

1、自动定向机系统的组成

(1) 地面设备

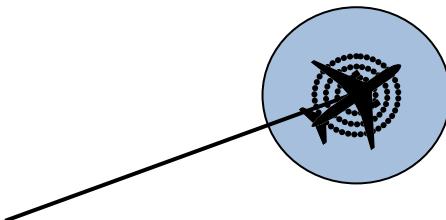
地面导航台向空间发射一个无方向性的无线电信号，因此成为无方向性信标（NDB-Non Directional Beacon），简称NDB导航台。根据不同的用途，地面NDB导航台分为两种：一种是供飞机在航线上定向和定位使用的，有效作用距离不少于150km；另一种是用于飞机着陆导航台，用于引导飞机着陆，有效作用距离一般不超过50km，不同的NDB导航台使用不同的识别码以摩尔斯电码形式发送。

(2) 机载定向机

机载定向设备一般包括自动定向接收机、控制盒、方位指示器、环形天线和垂直天线。NDB导航台的音频识别信号送至飞机音频系统，飞行员可以监听摩尔斯电码。自动定向机工作方式为“ADF”时，工作在自动定向方式，指针指向电台；工作方式为“ANT”时，能够调谐识别电台和收听语音信息，但ADF指示器没有指示。

2、NDB信号的盲区

飞机进入NDB电台上方的静锥区时，将收听不到地面NDB台信号，ADF指针停滞或摆动。高度越高，静锥区越大。一旦过台，ADF指针会迅速倒向后方电台。



思考题:

飞行员通过什么方式确认所调谐的 NDB 电台？

6. 1. 2 ADF/NDB

6.1.2.3 ADF/NDB仪表导航误差

备注:

知识掌握程度:

理解ADF/NDB仪表导航误差。

知识要点:

无线电波在传播中，会受到飞机金属机身的影响，也会受到电离层、大气条件、地表面性质、地理环境以及人为干扰等因素的影响，产生定向误差。大致可分为干扰误差、电波传播误差和设备误差：

1、静电干扰误差

大气放电时，会辐射多种频率的电波，其中影响最大的是中波和长波，使得ADF接收机受到干扰。在雷暴云附近飞行时，会影响自动定向机的接收和定向。克服静电干扰的方法，仔细辩听信号，当干扰杂音最小，指针指示稳定的瞬间读取方位。选择的导航台应是距离近、功率大的导航台。

2、夜间效应

自动定向机工作在中波波段，电离层对电波的吸收白天比夜间强。通常出现在日落后2小时和日出前2小时的一段时间内，夜间效应引起的定向误差一般在 10° ~ 15° 左右。尽量选择频率低、距离较近的导航台，增加飞行高度，并在测定方位时读取平均值。

3、山区效应

电波遇到山峰、丘陵和大建筑物时会发生反射和绕射，因此在低空飞行时，自动定向机指示器的方位指针有可能出现偏离正确位置或摆动，这种现象叫做山区效应。电波越长，绕射能力越强，影响越大；电波越短，反射能力越强，因此用短波或超短波进行定向的影响较大。所以地面导航台的频率应选的低些，或可以通过提高飞行高度避免山区效应。

4、海岸效应

电波从陆地进入海面，或从海面进入陆地，由于电波传播的导电系数发生改变，从而产生定向误差。电波传播的方向同海岸线的夹角越小，则海岸效应引起的方位误差越大；传播方向与海岸线垂直时，不产生误差。

思考题:

静电干扰主要出现在什么情况下发生，有何现象？

6.1.3 VOR

6.1.3.1 VOR导航频率划分及覆盖范围

备注:

知识掌握程度:

掌握VOR导航频率的划分方法;

掌握VOR信号覆盖范围。

知识要点:

1、VOR导航频率的划分

VOR系统的地面设备就是地面全向信标台，简称VOR台。VOR工作在甚高频频段上，频率范围108.00~117.95MHz，以直线方式传播，会被高大障碍物所遮挡。

根据不同用途VOR台分为两类：

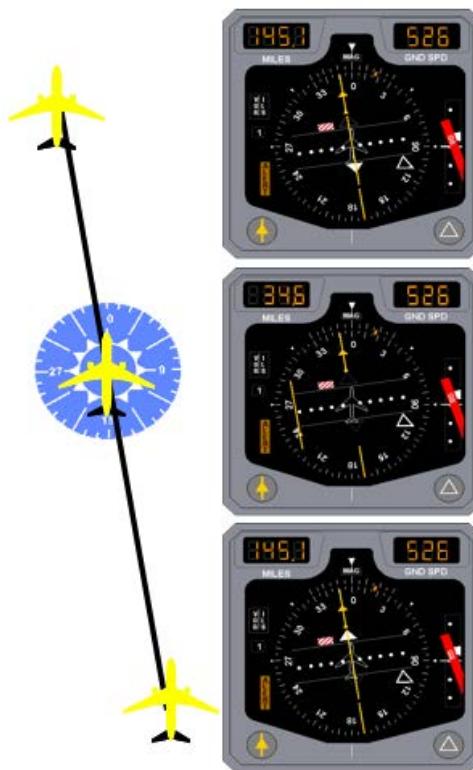
A类，用于航路导航，频率范围112.00~117.95MHz，作用距离200海里。

B类，用于终端引导飞机进场及进近着陆，频率范围108.00~111.95MHz，作用距离25海里。

在航图上，一般需要公布VOR台的使用频率、识别码、莫尔斯电码和地理坐标。通常VOR台的识别码为三个英文字母。

2、VOR信号的盲区

VOR地面对台在发射信号时，在垂直面内有50°的范围飞机上的记载设备会接受不到信号，这一区域范围称为盲区。当飞机飞到信标台附近后，CDI或HSI仪表的航道偏离杆和向/背台指标会发生迅速的改变，表示飞机马上接近地面对台，如果飞机在过台后航线发生变化，那么飞行员应该提前做好航向调整的准备，避免发生过大的航路偏航。



思考题:

VOR与NDB导航各有什么优点？

6. 1. 3VOR

6.1.3.2 VOR仪表指示器识读

备注:

知识掌握程度:

掌握RMI、CDI、HSI仪表的识读。

知识要点:

1、无线电罗盘（RMI）

RMI既可用作ADF系统，也可用作VOR系统的方位指示器，RMI指示器的刻度盘与罗盘随动，从RMI的航向标线可以读出飞机当时的航向。RMI有两套方位指针，分别对应不同的导航源方式。指针针尖指向电台，所指数值为QDM，针尾所指数值为QDR，也代表飞机所在径向线度数（radial），针尖与航向标线之间的角度为RB。

2、航道偏离指示器（CDI）

CDI有两种：普通CDI和带ILS功能的CDI。CDI主要用来指示飞机与VOR预选航道的关系，预选航道由全方位选择（OBS）旋钮调定，如图所示，航道偏离杆偏在刻度盘中心左侧，表示飞机偏在预选航道的右边，反之亦然。在VOR工作方式时，每点表示 2° 。向/背台指标用于判断飞机所在位置是在向台区还是背台区。

3、水平状态指示器（HSI）

水平状态指示器是航向系统、甚高频全向信标系统和仪表着陆系统的综合指示器。当选择VOR方式时，可以显示出飞机偏离预选航道的情况，判断方法与CDI相同。对于5点式的指示器每点偏离为 2° ，满偏为 $\pm 10^{\circ}$ ；对于2点式的每点偏离为 5° ，满偏 $\pm 10^{\circ}$ 。向/背台指标用于判断飞机所在位置是在向台区还是背台区。



思考题:

CDI 与 HSI 仪表的共同点与区别分别是?

6. 1. 3VOR

6.1.3.3 VOR领航仪表检查

备注:

知识掌握程度:

掌握VOR领航仪表正常工作的检查。

知识要点:

VOR系统的检查校验

1、 VOT检查

VOR检测设备，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，飞机滑行到机场公布的一个特定地点，并给出了该位置相对于台的方位，使CDI居中后对比误差，测量误差在正负4°之内VOR精确度可以正常导航。

2、空中检查

与地面检查类似飞机在空中时，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，测量误差在正负6°之内VOR精确度可以正常导航。

3、对比检查

如果一台飞机上装配有两台VOR接收装置，可以将两台VOR调谐到同一VOR台的同一条径向线上，对比两者之间的误差，测量误差在正负4°之内证明VOR精确度可以正常导航。

思考题:

VOR 检查的允许的误差值是多少？

6. 1. 3VOR

6.1.3.4 VOR仪表定位

备注:

知识掌握程度:

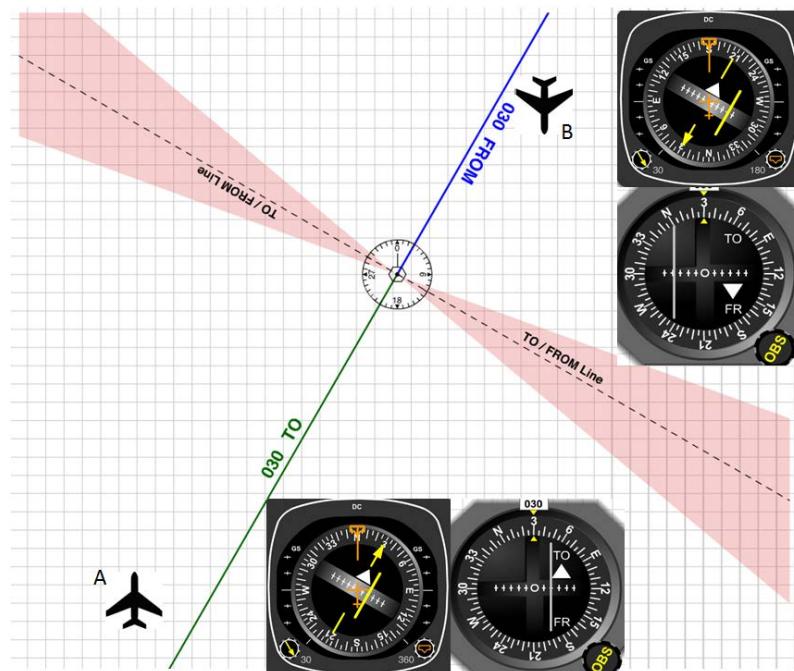
掌握VOR导航仪表的定位方法。

知识要点:

利用CDI或HSI仪表显示飞机所在位置的VOR径向方位。

CDI与HSI的向/背台指标用来说明飞机在预选航道的哪一侧飞行。当测出的电台磁方位与预选航道之差小于 $\pm 90^\circ$ 时，指向台；当测出的电台磁方位与预选航道之差大于 $\pm 90^\circ$ 时，指背台。由此可见，向/背台指示与飞机的航向无关，只决定于预选航道和所测量的电台磁方位的差角。

例如下图中所示飞机A和飞机B选取的预选航道均为 30° ，则与预选航道垂直的方位线为向/背台区的划分。飞机A位于向台区并向台飞；飞机B位于背台区并向台飞，可以利用HSI仪表指示进行“追杆飞行”，即应右转航向使飞机飞向预选航道，若只利用CDI仪表进行“追杆飞行”使机头左转的话则会出现反向的情况。所以在实际使用中CDI应与航向仪表一起使用进行定位。



思考题:

如何利用 CDI 仪表进行“追杆飞行”？

6.1.4 无线电仪表领航

6.1.4.1 利用无线电台定位

备注:

知识掌握程度:

掌握使用无线电仪表和导航台定位的领航方法。

知识要点:

1、单台定位

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

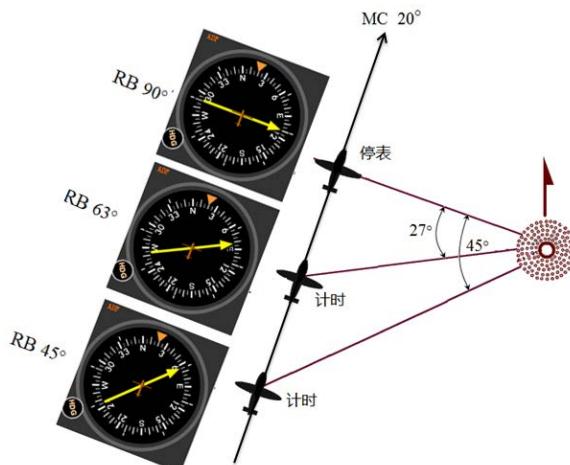
(1) 当方位角 α 较小时, 可采用以下公式估算到台时间和距离:

$$t = \frac{t_{\text{平均}}}{\alpha} \times 60D = \frac{GS}{\alpha} \times t_{\text{平均}}$$

(2) 正切电台前45°(27°)法。

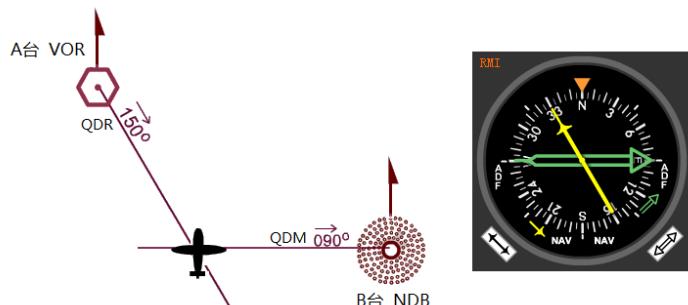
电台较近时选择45°, $d = GS \times t$

电台较远时选择27°, $d = 2GS \times t$



2、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。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飞机, 可以实现同时刻双台定位。



3、偏航距离计算

利用CDI或HIS判断飞机偏航, 随着飞行距离不同, 同样的偏离角所对应的偏航距离不同, 其估算的经验规则为每海里每点偏航距离约为210ft(65m)。

思考题:

如何用RMI仪表进行单台定位?

6.1.4 无线电仪表领航

6.1.4.2 向电台飞行

备注:

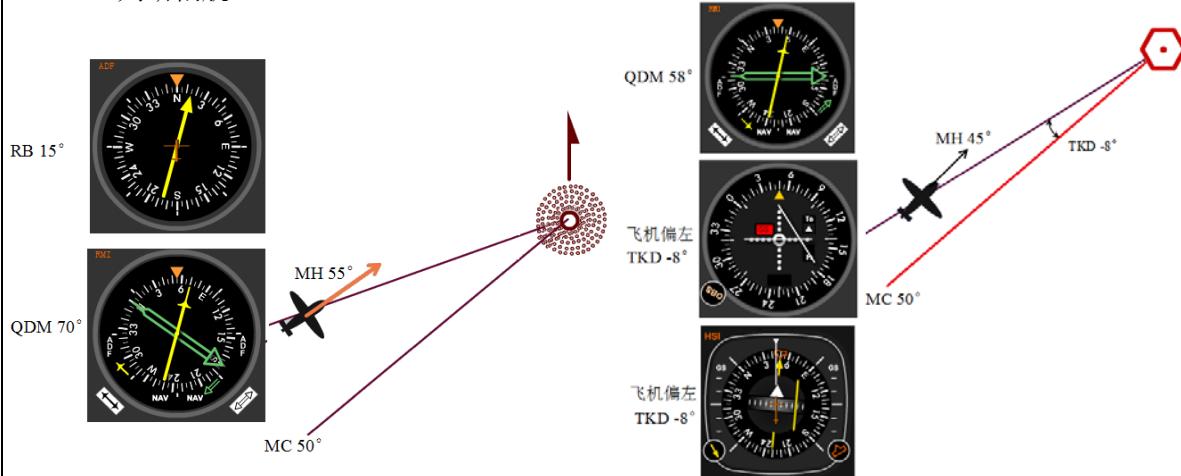
知识掌握程度:

掌握无线电仪表进行向电台领航飞行的方法。

知识要点:

利用无线电领航设备引领飞机飞向电台，叫向台飞行，由于受到风及其他因素的影响，可能造成飞机偏航，因此向电台飞行要及时发现和判断偏航并进行修正。

1、判断偏航



2、按航迹修正角修正航迹

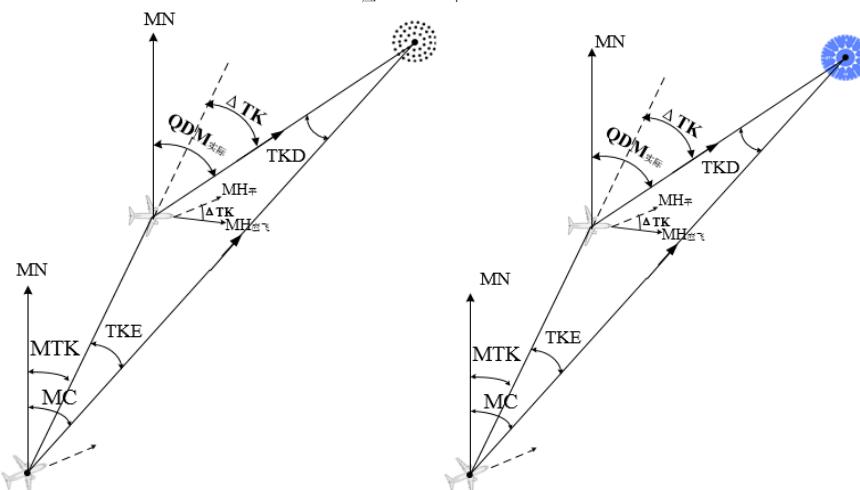
根据向电台测出的偏离角，计算出航迹修正角，然后在平均航向的基础上按航迹修正再修正航迹飞向预定电台上方。

- (1) 根据判断偏航的方法求出偏离角
- (2) 计算航迹修正角 $\Delta T K$

$$\Delta T K = D_{\text{总}}(t_{\text{总}}) \times T K D / D_{\text{已}}(t_{\text{已}})$$

- (3) 计算应飞航向 $MH_{\text{应}}$

$$M H_{\text{应}} = M H_{\text{平}} - \Delta T K$$



思考题：

向电台飞行时，如何利用 ADF 指示器判断偏航并修正航迹？

6.1.4 无线电仪表领航

6.1.4.3 背电台飞行

备注:

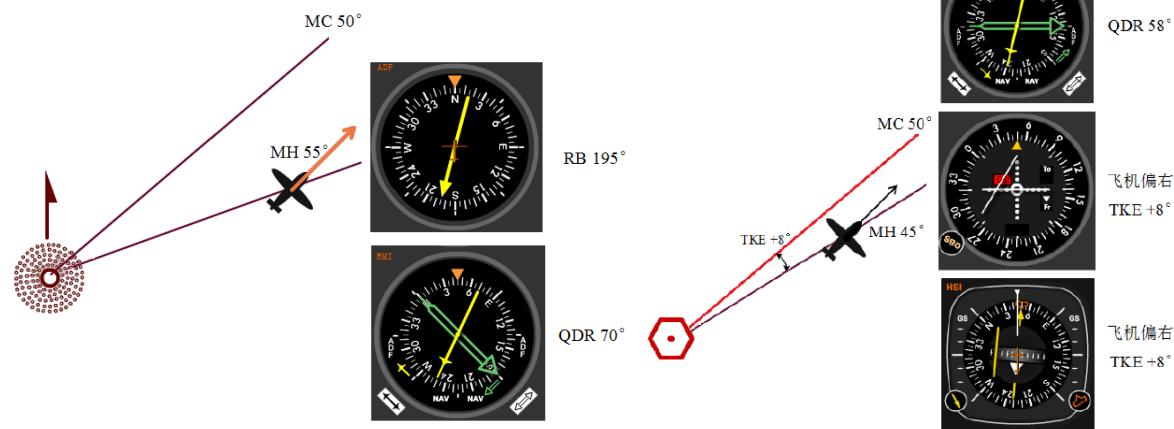
知识掌握程度:

掌握无线电仪表进行背电台领航飞行的方法。

知识要点:

背电台飞行是飞机飞越电台后，利用后方电台测定的航行元素来保持飞机沿预定航线飞行或切入航线的飞行方法。

1、判断偏航



飞机偏在航线右侧

2、按航迹修正角修正航迹

按航迹修正角背台修正航迹是在背台测定无线电方位的基础上，求出偏航角和航迹修正角，然后在原来保持的平均磁航向基础上，修正一个航迹修正角，使飞机沿新航线直飞预定点。

(1) 根据背台检查航迹的方法，求出飞机磁方位和偏航角、偏流

$$TKE = QDR - MC$$

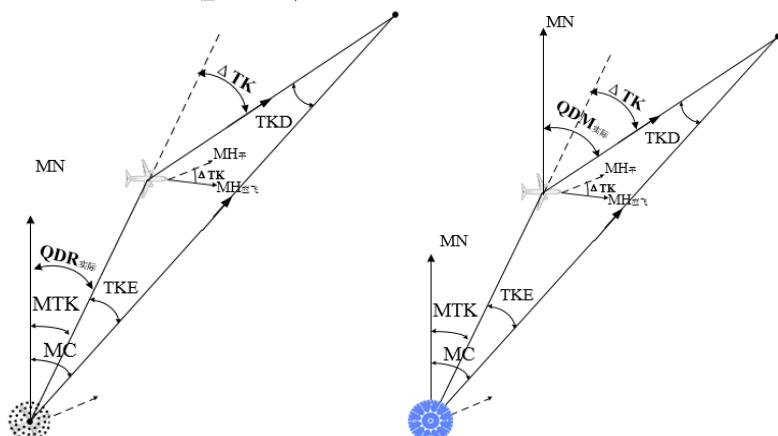
$$DA = QDR - MH_{\text{平}} = RB - 180^\circ$$

(2) 计算航迹修正角 ΔTK

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

(3) 计算应飞航向 $MH_{\text{应}}$

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



思考题:

背电台飞行时，如何利用 VOR 指示器判断偏航并修正航迹？

6.1.4 无线电仪表领航

6.1.4.4 切入指定方位线

备注:

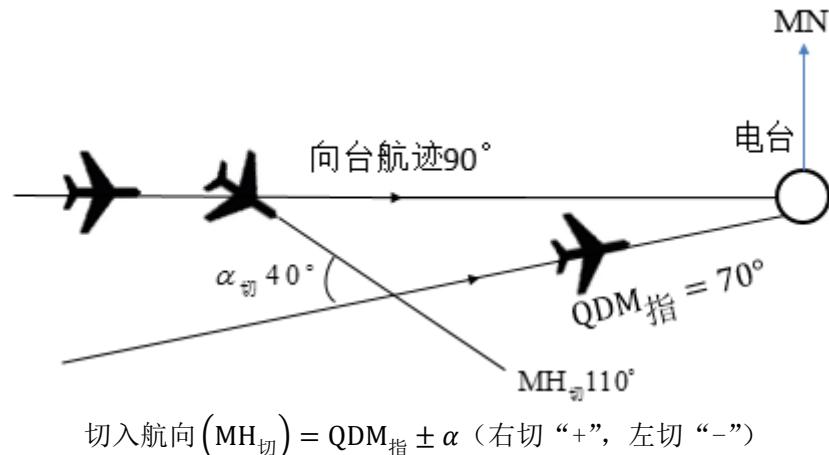
知识掌握程度:

掌握切入指定方位线的飞行方法。

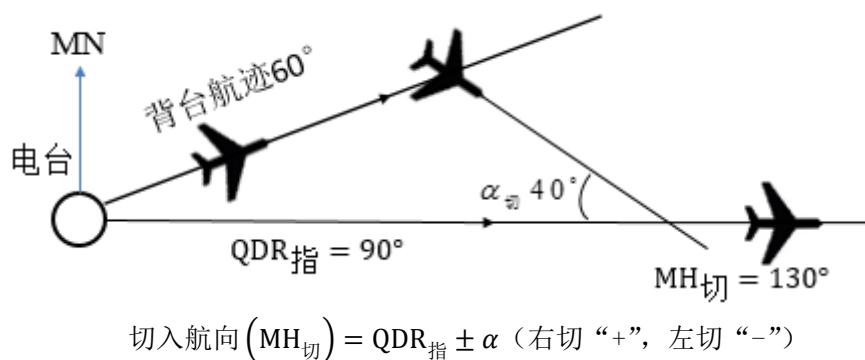
知识要点:

当判定飞机偏离预定航线情况后，应操纵飞机向偏出的反方向修正航向，使修正后的航向线与预定航线成一定的夹角（即切入角 α ），这个航向就叫切入航向（ $MH_{切}$ ）。

1、向电台切入指定方位线



2、背电台切入指定方位线



思考题:

切入指定方位线时，如何判断切入航向？

6.1.4 无线电仪表领航

6.1.4.5 主动与被动向台

备注:

知识掌握程度:

掌握主动向台和被动向台的含义及领航方法。

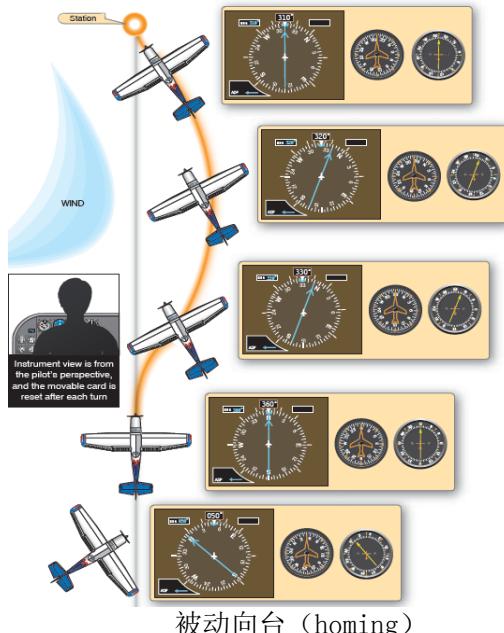
知识要点:

1、被动向台 (homing)

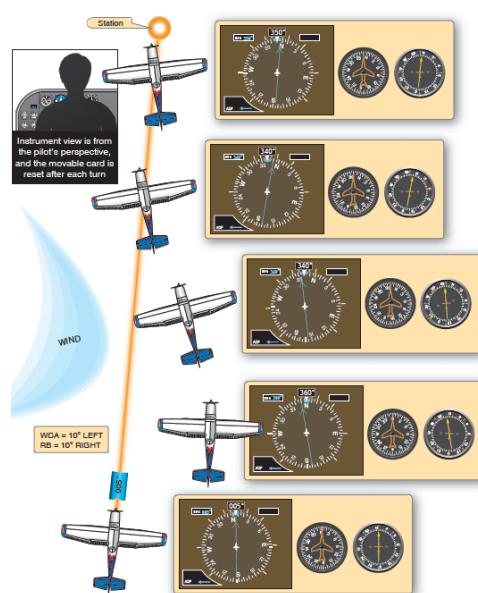
飞行中飞机的机头始终对正电台，即始终保持相对方位角RB为零，或使每一瞬间的航向等于电台方位角来连续飞行，最终飞机将飞到电台上方。飞行的航迹是折线或曲线。

2、主动向台 (tracking)

在有侧风的情况下作向电台飞行，为了不使偏航过大或者由于航行条件的限制，要求飞机沿航线飞向电台时，迎风修正偏流的飞行方法。飞行的航迹为直线。



被动向台 (homing)



主动向台 (tracking)

思考题:

实施主动向台和被动向台飞行时航迹的特点?

6.1.5 DME

备注:

6.1.5.1 DME的工作原理

知识掌握程度:

理解DME的系统组成和工作原理。

知识要点:

1、DME系统的组成

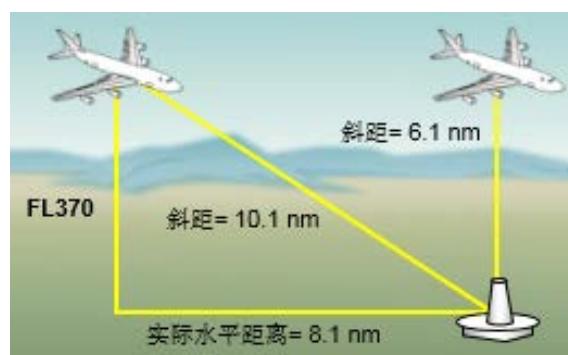
DME系统是询问——回答式脉冲测距系统，由机载设备和地面信标设备组成。机载DME设备主要由询问器、控制盒、距离指示器和天线部分组成。注意距离指示器显示的是飞机到地面信标台的斜距。欧美制飞机的DME距离以海里为单位。



典型的DME距离指示器

2、DME系统的测距原理

DME系统测距是从机载询问器向地面信标台发射询问脉冲对开始的，地面信标台接收这些询问脉冲对，然后给询问器发射回答脉冲对；机载询问器距离计算机按照发射询问脉冲对和接收回答脉冲对之间所经过的时间计算出飞机到地面电台的斜距。



DME通常与VOR、ILS配合使用，不需要单独调谐DME频率。测距时，只需要将频率调谐为合装的VOR或ILS频率即可。

思考题:

飞机飞到DME上空时，DME指示器如何显示？

6. 1. 5DME

6.1.5.2DME的工作范围及误差

备注:

知识掌握程度:

理解DME的工作范围及误差。

知识要点:

1、工作容量

DME系统的地面DME台通常设计为能同时为100架飞机提供服务，如果询问的飞机多于100架，地面DME台通过降低灵敏度来限制回答，保持对最近的100架飞机询问的回答。

2、测距范围和测距精度

正常的测距范围为0-200海里，最大可达390海里，测距精度一般为0.3海里以内，或误差小于1%。

思考题:

DME 的测距范围和工作容量？

6. 1. 5 DME

6.1.5.3 DME弧

备注:

知识掌握程度:

掌握使用无线电仪表作DME弧飞行的方法。

知识要点:

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。

1、进入DME弧

飞行员根据DME指示器显示的距离，引导飞机预定的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。

2、沿DME弧飞行

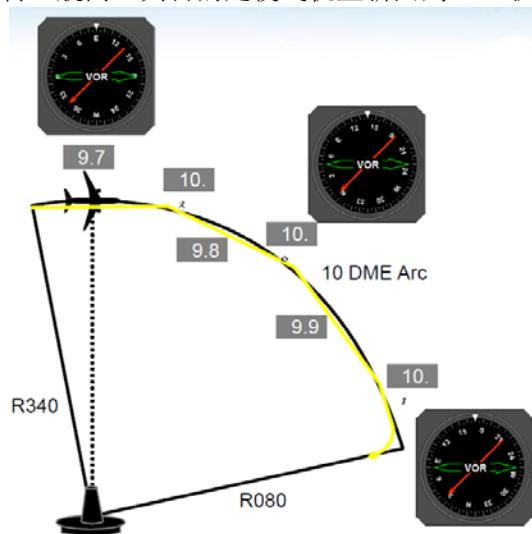
从理论上讲，在无风条件下通过保持RMI方位指针与“左翼尖”（电台在左侧）或“右翼尖”（电台在右侧）一致，DME指示器显示预定DME距离，这样飞机可以保持一定的速度沿DME弧飞行。但实际上，通常是沿一系列的短直线飞行，即沿DME弧割线的飞行方法。

(1) DME弧飞行方法

利用RMI方位指针指向左或右翼尖参考且飞机在预定的DME距离时，保持航向沿割线飞行并允许RMI方位指针落后与翼尖参考5°或10°，这时飞行员操纵飞机向电台一侧转10或20航向，RMI方位指针有回到翼尖参考之前5°或10°，按需要重复上述操作，就可以保持飞机沿DME弧飞行。当DME弧距离较小时，采用“落10°转20°”的方法，当DME弧距离较大时，采用“落5转10”的方法。也可以利用HSI或CDI配合DME指示器完成沿DME弧飞行，但要注意不断调节预选航道的方位。

(2) 偏航的修正

飞机在沿DME弧割线的直线段飞行中，如果飞机发生偏航，必须进行航向修正。修正的时机一般在RMI方位指针正好与翼尖一致的位置，通常的修正方法是飞机每偏离DME弧0.5nm，航向改变10°或20°。即如果飞机偏在DME弧外侧0.5nm，则操纵飞机向电台一侧转20°航向；如果飞机偏在DME弧内侧0.5，则向外侧转10航向，其目的是使飞机重新回到DME弧上。



思考题:

利用 RMI 仪表沿 DME 弧飞行的方法？

6.1.6 ILS

6.1.6.1 ILS的组成

备注:

知识掌握程度:

掌握ILS的组成及各部分功能。

知识要点:

仪表着陆系统一般包括四个系统。提供航向道的航向信标 (LOC)，提供下滑坡度的下滑信标台 (GS)，提供距离引导的指点标 (MB) 和进近灯光系统 (ALS)。

1. 航向信标台

航向信标台天线阵位于进近跑道末端中心延长线上，在飞机进近方向上的垂直平面内形成航道面，用于提供飞机偏离航道面的横向引导信号。

2. 下滑信标台

下滑信标台位于进近跑道接地区侧方，提供飞机偏离下滑面的垂直引导信号。下滑面与跑道水平平面的夹角即下滑角，最佳为 3° 。根据机场净空条件，可在 $2^{\circ} - 4^{\circ}$ 间调整。

航道面和下滑面的交线，定义为下滑道，飞机沿下滑道下降，就能对准跑道中心线，并保持规定的下滑角，准确进近着陆。

3. 指点信标台

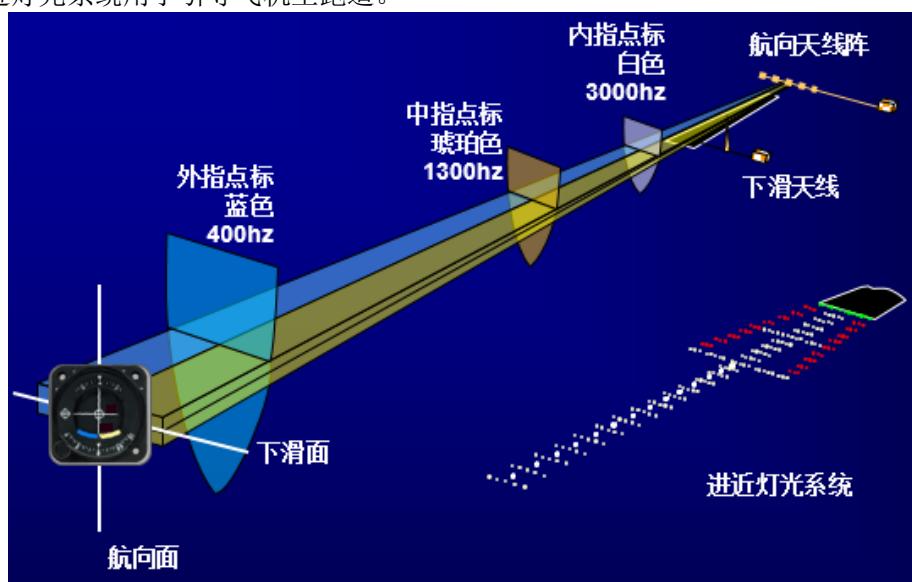
指点信标台为2个或3个，装在顺着着陆方向的跑道中心延长线的规定距离上，分别叫内指点标 (IM)、中指点标 (MM) 和外指点标 (OM)。其作用是向空中飞机提供位置并指导距跑道头的距离。

外指点标(OM)或带示位台的外指点标(LOM)通常安装在下滑道切入点附近；中指点标(MM)或带示位台的中指点标(LMM)一般位于决断高DH60m处，非精密进近或ILS进近下滑道不工作时，该点通常作为复飞点；内指点标安装在决断高DH30m处。

每个指点信标台发射垂直向上的扇形波束，当飞机飞过不同指点标台上空时，机上接收指示设备接收并指示信号，使指点标灯亮，耳机或喇叭中可以听到不同的声音。距跑道越近的指点标，其声音越急促、尖锐。

4. 进近灯光系统 (ALS)

顺序进近灯光系统用于引导飞机至跑道。



思考题:

ILS 系统地面台的组成？

6.1.6 ILS

6.1.6.2 ILS的分类

备注:

知识掌握程度:

掌握ILS的分类情况。

知识要点:

精密进近运行分类: 根据决断高 (DH) 和跑道视程 (RVR) (或能见度 (VIS)) 将精密进近和着陆分为以下类别:

I类 (Cat I) 运行: DH不低于60米 (200英尺), VIS不小于800米或RVR不小于550米的精密进近着陆;

II类 (Cat II) 运行: DH低于60米 (200英尺) 但不低于30米 (100英尺), RVR不小于300米的精密进近着陆;

III A类 (Cat III A) 运行: DH低于30米 (100英尺) 或无决断高, RVR不小于175米的精密进近着陆;

III B类 (Cat III B) 运行: DH低于15米 (50英尺) 或无决断高, RVR小于175米但不小于50米的精密进近着陆;

III C类 (Cat III C) 运行: 无决断高和无跑道视程限制的精密进近着陆。

思考题:

I类 ILS 进近的最低天气标准是什么?

6.1.6 ILS

6.1.6.3 ILS的工作范围

备注:

知识掌握程度:

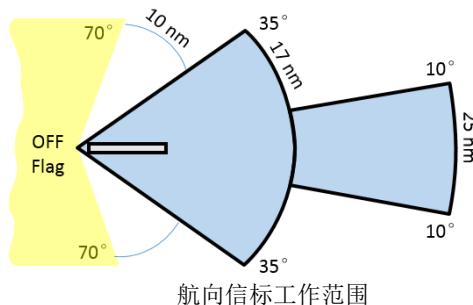
掌握ILS的工作范围。

知识要点:

1、航向信标系统的工作范围

航向信标台的VHF振荡器产生108.10-111.95MHz频段中的任意一个航向信标频率，由指示仪表中“航道偏离杆”显示出飞机偏离航道的方向和大小。

反航道区域没有下滑信号，沿反航道进近的飞机只能使用航向信标，在仪表上指示与正常进近时指示相反。



航向信标工作范围

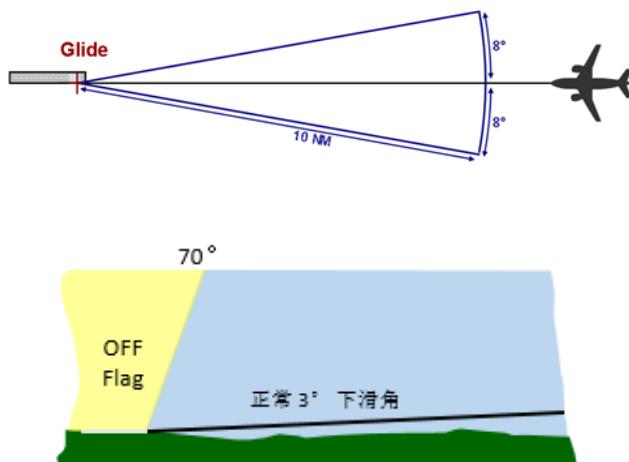
航向台发射的电波覆盖区，在ILS航向道中心线左右 10° 范围内的有效作用距离为25nm；在左右 $10\text{--}35^{\circ}$ 范围内的有效作用距离为17nm；在左右 35° 以外的有效作用距离为10nm。

ILS工作时，必须先截获航向道后，才能截获下滑道信号。

2、下滑信标系统的工作范围

下滑发射天线在顺着着陆方向上发射两个与跑道平面成一定仰角（即下滑角），形成1.4°厚的下滑面。

下滑台发射的电波覆盖区，在跑道中心（延长）线两侧各8内，从跑道平面以上0.3-1.75的范围内，有效作用距离为10nm。



思考题:

仪表着陆系统的航向信标和下滑信标的工作范围？

6.1.6 ILS

6.1.6.4 ILS的仪表识读

备注:

知识掌握程度:

掌握ILS的仪表识读。

知识要点:

在进近阶段,可以利用CDI或HSI仪表跟踪ILS航向道和下滑道下降至决断高做出继续进近或者中断进近复飞的决断。

1、航向道偏差的判断与修正

航向道偏差的判断在HSI上可以直观地确定出来,以航道偏离杆偏离中心位置来确定,偏离杆偏左飞机偏右,偏离杆偏右飞机偏左,偏离的大小可以从偏离刻度读出。

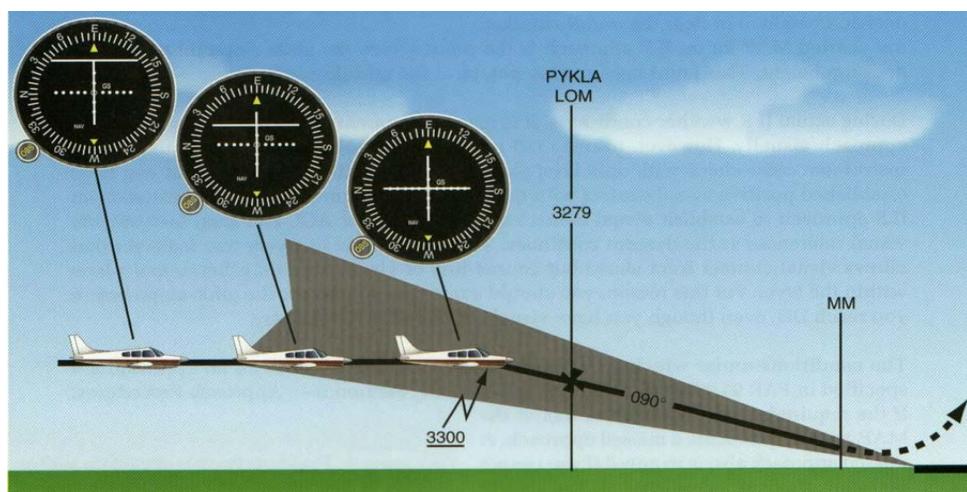
对于HSI上航道偏离刻度是5个点的仪表,每偏1个点表示飞机偏离航向道 0.5° ,满偏刻度为偏离 2.5° ;对于HSI上航道偏离刻度是2个点的仪表,每偏1个点表示飞机偏离航向道 1.25° ,满偏刻度为偏离 2.5° 。

航向道偏差的修正。当发现飞机偏离航向道后,应及时调整飞机航向,向偏离杆方向切入。

2、下滑道偏差的判断与修正

下滑道偏差的判断在HSI上可以直观地确定出来。当下滑偏离指标在中立位(基准线)以上,说明飞机低于下滑道;下滑偏离指标在中立位以下,说明飞机高于下滑道;偏差的大小由下滑道偏差刻度直接读出,HSI上“下滑偏离指标”每偏一点为 0.35° ,满偏刻度为 0.7° 。

下滑道偏差的修正。飞机高于下滑道,应增大下降率,使飞机切入下滑道;飞机低于下滑道,应减小下降率,使飞机切回下滑道,必要时可平飞切入下滑道。飞机回到下滑道上后,注意调整下滑速度,使飞机保持在下滑偏离指标 $1/2$ 个点以内飞行。



思考题:

使用ILS进近,如何利用HSI仪表判断飞机偏差?

6. 2. 1 PBN

6.2.1.1 PBN概述

备注:

知识掌握程度:

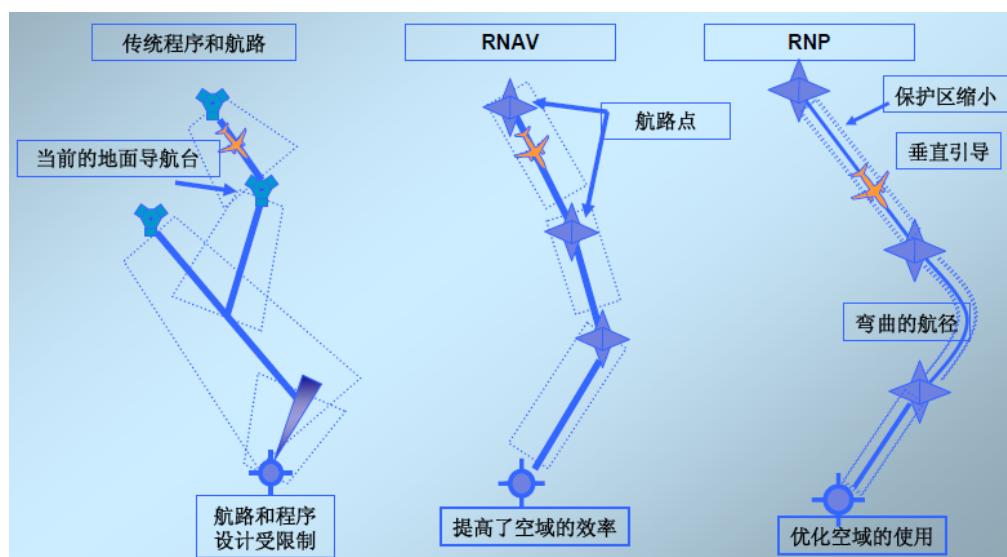
掌握PBN的概念及优点。

知识要点:

1、PBN概念

基于性能的导航(PBN)是一种通过明确性能需求替代设备要求的导航方法。规定了航空器在指定空域内或者沿ATS航路、仪表程序飞行的系统性能，包括导航的精度、完整性、可用性、连续性和所需功能。

PBN要求在95%的飞行时间内必须满足规定的精度。PBN概念标志着由基于传感器导航向PBN的转变。PBN主要用于明确导航要求，而不考虑达到这些要求所采用的方法。



2、PBN优点

- (1) 减少维护特定传感器航路和程序的需要，并降低相关成本；
- (2) 无需为导航系统的每次改进规定特定传感器运行要求，从而避免高昂的成本支出；
- (3) 便于更有效地利用空域（航路布局、燃油效率、减噪等）；
- (4) 明确 RNAV 和 RNP 系统使用的方式；
- (5) 提供若干组供全球使用的导航规范，简化运营人的运行审批程序。

思考题:

与基于传感器制定空域和超障准则的方法相比，PBN 具有什么优点？

6. 2. 1 PBN

6.2.1.2 PBN基本导航功能

备注:

知识掌握程度:

理解PBN基本导航功能要求。

知识要点:

- 1、持续显示航空器位置的功能，航空器位置是相对于驾驶员主视野内的航行显示器航迹而言的；
- 2、显示至正在使用的航路点距离和方位；
- 3、显示至正在使用的航路点地速或时间；
- 4、导航数据存储功能；
- 5、正确提示RNAV系统，包括传感器的故障。



思考题:

PBN 的基本导航功能有哪些？

6. 2. 1PBN

备注:

6.2.1.3PBN三要素

知识掌握程度:

掌握PBN三要素。

知识要点:

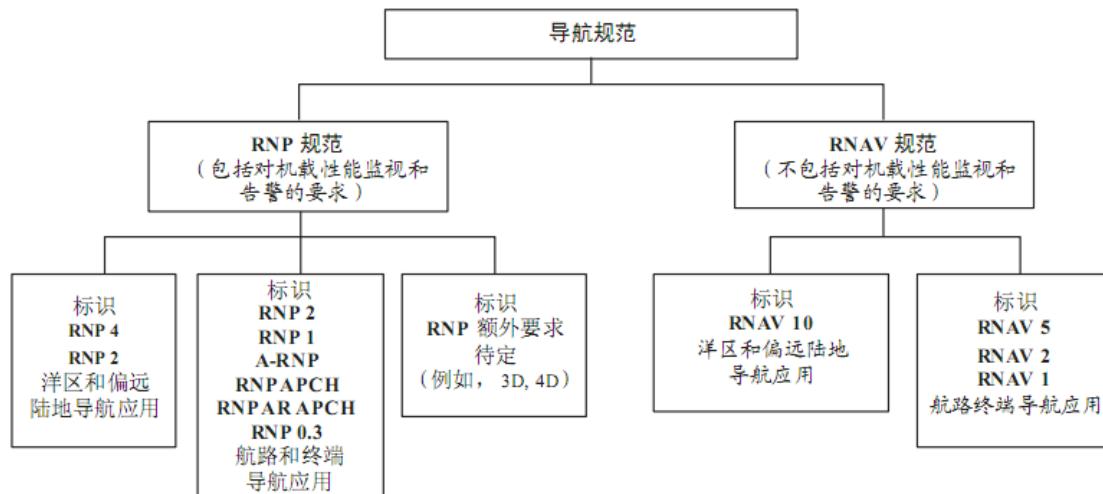
PBN运行的三个基本要素是导航设施、导航规范和导航应用。

1、导航设施

导航设施主要包括提供定位能力的陆基导航设备（VOR、DME等）、星基导航设备（GNSS，包括GPS、GLONASS等）和自主导航设备（惯性导航系统等）。

2、导航规范

PBN导航规范详细描述了沿着特定区域导航所需的性能要求，是对能完成PBN运行的航空器和机组的要求，作为民航当局适航和运行批准的基础。导航规范包括RNAV规范和RNP规范两类。



RNVA系统是允许飞机在台基导航设备的基准台覆盖范围内或在自主导航设备能力限度内或两者配合下按任何希望的飞行路径运行的导航系统。

RNP系统是一种支持机载导航性能监控与告警（OPMA）的区域导航系统。

RNAV和RNP系统关键的不同在于，RNP包含机载设备监视与告警导航性能要求，并能向飞行员显示是否达到了预定运行要求，而RNAV则不包括。

3、导航应用

导航应用是指按照已定的空域概念，针对航路、程序、和/或指定的空域范围应用某导航规范和导航设施。

思考题:

PBN三要素是什么？

6. 2. 2全球导航卫星系统（GNSS）概述

备注:

知识掌握程度:

理解GNSS导航系统基本情况。

知识要点:

全球导航卫星系统（GNSS，Global Navigation Satellite System）作为一个广义的概念，是所有在轨工作的和以后要建设的卫星导航系统及相关增强系统的总称。随着世界各国和地区卫星导航系统的建设，GNSS 系统的组成和内涵也在不断发展。

目前使用较多的是美国的全球定位系统（GPS），它包括空间 GPS 卫星、地面控制站组、用户 GPS 接收机三部分。用户可以用 4 颗可用卫星确定出导航参数（经度、纬度、高度和时间）。

思考题:

GNSS 与 GPS 概念等同么？

7.1.1 航空资料汇编

7.1.1.1 航空资料汇编的组成

备注: CCAR-175TM-R1

知识掌握程度:

理解航空资料汇编的类别及适用范围;

理解航空资料汇编的结构、章节内容。

知识要点:

一、航空资料汇编是由国家或国家授权发行、载有航行所必需的持久性航行资料的出版物。

二、我国出版的航空资料汇编分为两种:

1、《中华人民共和国航空资料汇编》(CAIP)是外国民用航空器在我国境内飞行必备的综合性资料,用中、英两种文字编辑出版;

2、《中国民航国内航空资料汇编》(NAIP)是我国民用航空器进行境内飞行必备的综合性资料,应当使用中文编辑出版。

三、航空资料汇编由三个部分组成:

总则(GEN)、航路(ENR)和机场(AD)。

四、航空资料汇编补充资料(AIP Supplement)

应当公布有效期在3个月以上的临时变更,或者有效期不到3个月但篇幅大、图表多的临时性数据资料。

航空资料汇编补充资料以黄色纸张印刷,补充资料的全部内容或者部分内容有效的,该补充资料应保留在航空资料汇编中。

五、航空资料汇编修订(AIP Amendment)

对航空资料汇编的永久性变更。

思考题:

航空资料汇编由几部分组成,分别叫什么?

7.1.1 航空资料汇编

7.1.1.2 航空资料汇编的使用

备注: CCAR-175TM-R1

知识掌握程度:

理解航空资料汇编的使用。

知识要点:

航空资料汇编以活页形式分册印发，其中总则(GEN)和航路(ENR)合订为一册，机场(AD)1机场简介、机场(AD)2.机场使用细则、机场(AD)3航图手册分册装订。

机场(AD)1.机场简介与机场AD 2.机场使用细则中的华北分本合为一册，有相应标签。

机场(AD)2.各机场使用细则按管理局分册（华北，中南，西北、新疆，西南，华东，东北），管理局内按机场四字地名代码顺序排列，如中南本：ZGXX、ZHXX、ZJXX，每个机场均用隔页标签隔开，便于查找。

机场(AD)3.航图手册，为了方便飞行携带，放在小航图手册资料夹中。包括：航图手册的补充资料、修订单/校核单、介绍（与华北分本放在一起）和各机场有关的航图。各机场的排列与机场使用细则一样，也有隔页标签。

在整套资料前有航行通告NOTAM、补充资料SUP、航空资料通报AIC、修订四个标签隔页，分别存放各类资料。

思考题:

NOTAM 是什么？

7.1.1 航空资料汇编

7.1.1.3 标准格式

备注: CCAR-175TM-R1

知识掌握程度:

理解航空资料汇编的标准格式。

知识要点:

航空资料汇编包括三部分，分别为：第一部分:总则（GEN）、第二部分:航路（ENR） 、第三部分—机场（AD）。

计量系统、航空情报出版物中所使用的简缩字、航图符号、地名代码、数据换算表、气象符号、日出/日没表等可在总则（GEN）中查到；目视飞行规则、进近和离场程序、雷达服务和程序、高度表拨正程序、飞行高度层、飞行计划、航路报告点坐标、禁区、危险区和限制区等可在航路（ENR）中查到；机场运行最低标准、机场使用细则、各种航图等可在机场（AD）中查到。

各机场包含以下航图种类（ZXXX代表该机场的ICAO四字地名代码）：

ZXXX-1: 区域图、空中走廊图、放油区图等

ZXXX-2: 机场图、停机位置图

ZXXX-3: 标准仪表离场图

ZXXX-4: 标准仪表进场图

ZXXX-5: 仪表进近图（ILS）

ZXXX-6: 仪表进近图（VOR）

ZXXX-7: 仪表进近图（NDB）

ZXXX-8: 目视进近图

ZXXX-9: 进近图（RADAR、RNAV、RNP、GPS、GNSS）

思考题:

飞行员要查找某机场的日出日落表，应使用NAIP中的哪部分？

7.1.2 航行通告

7.1.2.1 航行通告简介

备注: CCAR-175TM-R1

知识掌握程度:

理解航行通告的内容及作用;
理解航行通告的划分。

知识要点:

一、航行通告 (NOTAM) : 飞行人员和与飞行业务有关的人员必须及时了解的, 以电信方式发布的, 关于航行设施、服务、程序的建立、情况或者变化, 以及对航行有危险的情况的出现和变化的通知。

二、航行通告按系列划分为A、C、D、E 和F 系列的航行通告, S 系列的雪情通告, 以及V 系列的火山通告。其中A、E 和F 为国际系列, C 为国内系列, D 为地区系列; S 和V 既是国际系列, 也是国内系列。除雪情通告和火山通告外, 可根据需要增加或更改相应的航行通告系列。

1、雪情通告 (SNOWTAM) : 航行通告的一个专门系列, 是以特定格式拍发的, 针对机场活动区内有雪、冰、雪浆及其相关的积水导致危险的出现和排除情况的通告。

2、火山通告 (ASHTAM) : 航行通告的一个专门系列, 是以特定的格式拍发的, 针对可能影响航空器运行的火山活动变化、火山爆发和火山烟云的通告。

航行通告可以从当地的航空情报服务部门获取。

思考题:

S系列的航行通告又叫做什么?

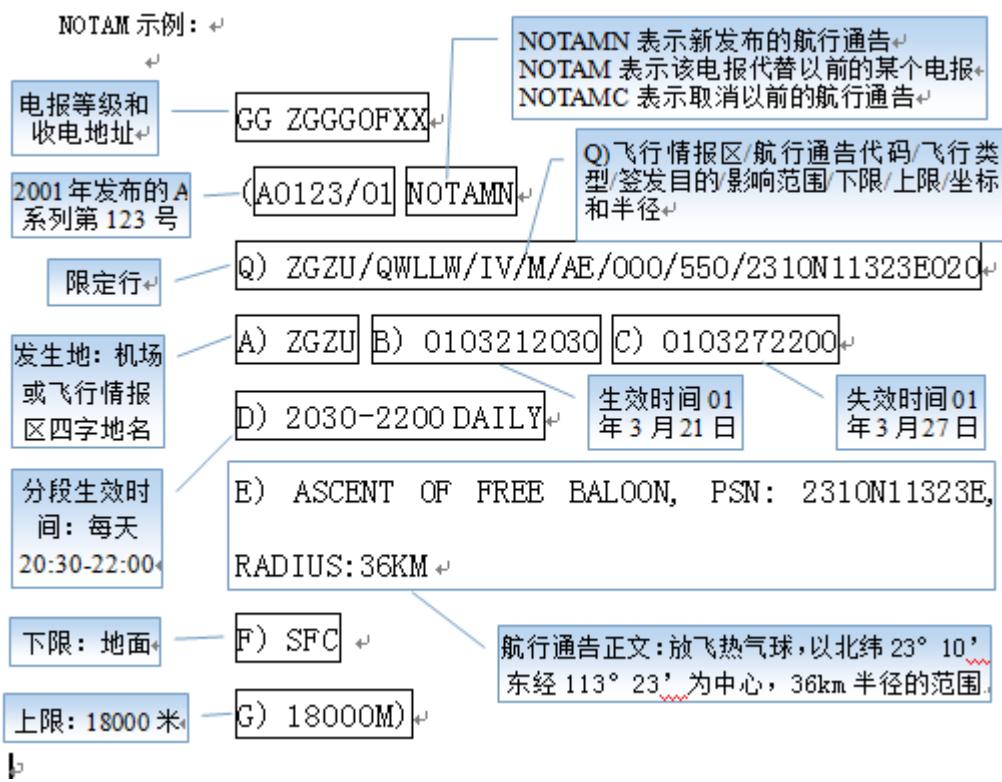
7.1.2 航行通告

7.1.2.2 标准格式、用语、缩写和编码

知识掌握程度：

理解NOTAM的标准格式、用语、缩写和编码。

知识要点：



思考题：

解读下列航行通告：

A0123/01 NOTAMC A0119/01

Q) ZSHA/QIOAK/I/M/A/000/999/3616N12023E025

A) ZSQD B) 0103151600

E) OM 75MHZ FOR RWY35 RESUMED NORMAL OPS

7.1.2 航行通告

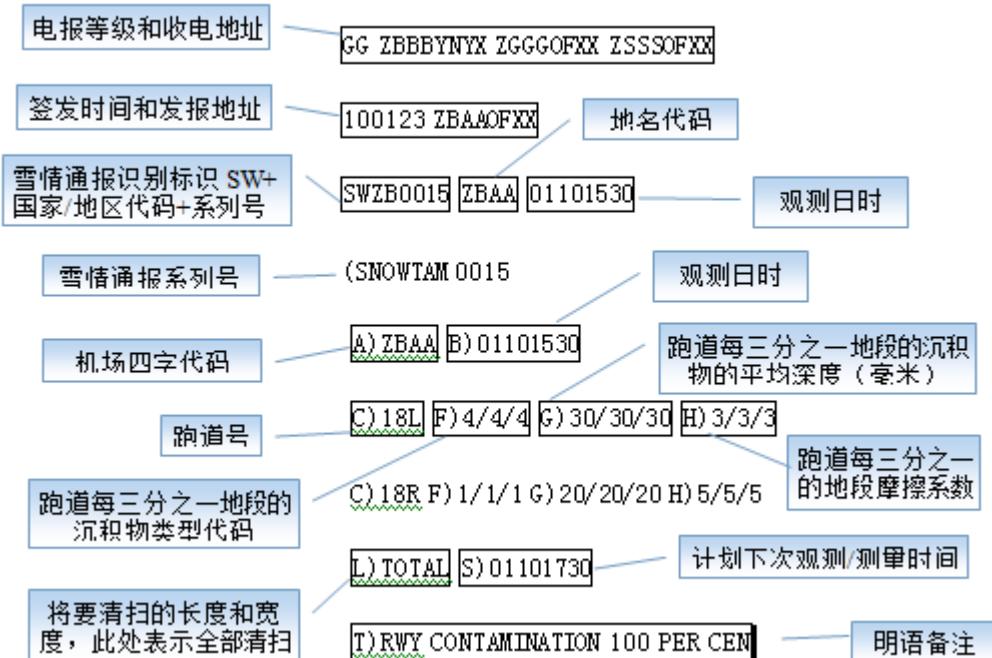
7.1.3 雪情通告

知识掌握程度：

掌握雪情通告的识读。

知识要点：

SNOWTAM示例：



北京首都国际机场第 15 号雪情通告, 1 月 10 号 15 时 30 分观测, 从 18L 跑道入口观测: 跑道的每三分之一地段为干雪, 跑道每三分之一地段的积雪的深度为 30 毫米, 跑道的每三分之一地方摩擦系数为中好; 从 18R 跑道入口观测: 跑道的每三分之一地段为潮湿, 跑道每三分之一地段的积雪的深度为 20 毫米, 跑道的每三分之一地方摩擦系数为好; 计划清除跑道上的所有积雪, 计划下一次观测的时间为当天的 17 时 30 分, 被污染的跑道为 51%—100%。

思考题:

在雪情通告中, 报文18L 4/4/4 30/30/30 3/3/3是什么意思?

7.1.2 航行通告

7.1.2.4 火山通告

知识掌握程度：

掌握火山通告的识读。

知识要点：

ASHTAM 示例：↓

ASHTAM 0165/06↓

火山通告序列号↓

A) WAAF↓

受影响的飞行情报区↓

火山爆发的日期和时间: 2006
年 11 月 24 日 13 时 42 分↓

B) 0611241342↓

C) KARANGTANG (API SIAU) 0607-02↓

火山名称和编号↓

D) S0247 E11529↓

火山位置的经纬度或者距导航设备的径向和距离↓

E) ORANGE↓

火山告警色码等级: 橙色告警↓

F) SFC/FL100↓

火山灰云的水平和垂直范围: 地面到 10000 英尺↓

G) WINDS SFC/FL200 070/10KT FL200/500 070/20KT↓

火山灰云的移动方向↓

H) ROUTE A211, W32 W15 W51↓

受影响的航路、航段飞行高度↓

J) INFORMATION SOURCE: MTSAT↓

资料来源↓

K) ERUPTION DETAILS: ERUPTION TO FL100 24/0630Z↓

明语备注↓

其中：

G) 地面到 20000 英尺高度上风向为 070 度风速为 10 节，20000 英尺到 50000 英尺高度上风向为 070 度风速为 20 节。

K) 明语部分：火山灰细节：世界协调时 24 日 06 时 30 分时，火山灰高度达到 10000 英尺。

思考题：

在火山通告中，报文 WINDS SFC/FL200 070/10KT FL200/500 070/20KT 是何意？

7.1.2 航行通告

7.1.2.5 有效时限

知识掌握程度：

- 掌握航行通告的有效时间；
- 掌握雪情通告的变化与有效时间；
- 掌握火山通告有效时间。

知识要点：

一、航行通告的有效时间

新航行通告在其发布时即为有效航行通告，生效时间可以为立即生效，也可以为将来生效。代替航行通告和取消航行通告的生效时间为立即生效。

二、雪情通告的变化与有效时间

在任何时候，雪情有重要变化，即使在公布的下次预计观测时间之前，应及时发布新的雪情通告。

雪情通告的最长有效时间为24小时。

国际分发的雪情通告，时间应使用协调世界时；国内分发的雪情通告，时间应使用北京时。

三、火山通告有效时间

火山通告的最长有效时间为24小时；在任何时候，火山活动发生重要变化，或告警色码等级发生变化，应立即发布新的火山通告。

思考题：

航行通告的有效时限是如何规定的？

7.1.3 航空代码及缩略语

知识掌握程度：

了解航空代码及缩略语。

知识要点：

一、航空代码及缩略语可以在航行资料汇编的总则部分2.2及2.4里查找。

二、机场及区域四字代码由国际民航组织规定，代码由四个大写英文字母组成，主要用于空管部门传输航班动态，较少在公众中使用。代码的组成符合区域性结构的原则，通常首字母代表所属大洲，第二个字母则代表国家，剩余的两个字母则用于分辨城市。部份幅员辽阔的国家，则以首字母代表国家，其余三个字母用于分辨城市。

部分机场四字代码：北京机场ZBAA，天津机场ZBTJ，武汉机场ZHBB，广汉机场ZUGH，上海虹桥机场ZSSS，沈阳机场ZYTX，青岛机场ZSQD。

情报区的四字代码：北京飞行情报区ZBPE，成都机场ZUUU等。

三、重要缩略语应掌握，如ACAS、ATIS、CAVOK、CLSD、DP、ELEV、EXC、FREQ、H24、METAR、NDB、SID、OVC、PERM、QNH、RNP、RVSM、SELCAL、SNOWTAM、TURB、WKN等。

思考题：

航空代码及缩略语应如何查找？

7.2.1 空域管理

备注：民航法第七章第一节；飞行基本规则第二章

知识掌握程度：

- 了解空域管理的相关规定；
- 了解空中交通管理的相关规定；
- 了解航空器优先起飞或降落的相关规定。

知识要点：

一、空域管理的相关规定：

中华人民共和国的领陆和领水之上的空域为中华人民共和国领空。中华人民共和国对领空享有完全的、排他的主权；

国家对空域实行统一管理；

划分空域，应当兼顾民用航空和国防安全的需要以及公众的利益，使空域得到合理、充分、有效的利用；

空域管理的具体办法，由国务院、中央军事委员会制定。

二、空中交通管理的相关规定：

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；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；

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；

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；

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；

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；

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。

三、优先权

执行不同任务的航空器或者不同型别的航空器，在同一机场同时飞行的，应当根据具体情况安排优先起飞和降落的顺序。对执行紧急或者重要任务的航空器，班期飞行或者转场飞行的航空器，速度大的航空器，应当允许优先起飞；对有故障的航空器，剩余油量少的航空器，执行紧急或者重要任务的航空器，班期飞行和航路、航线飞行或者转场飞行的航空器，应当允许优先降落。

思考题：

宣布最低燃油量的航空器，是否可以优先落地？为什么？

7.2.2 空域划分

备注：民航法第七章第一节；飞行基本规则第二章

知识掌握程度：

- 掌握空域划分的类别；
- 掌握等待空域的划分；
- 掌握航路与航线的概念；
- 掌握空中禁区、限制区和危险区的运行要求；
- 理解机场飞行空域和空中走廊的划分。

知识要点：

一、空域通常划分为机场飞行空域、航路、航线、空中禁区、空中限制区和空中危险区等。空域管理和飞行任务需要的，可以划设空中走廊、空中放油区和临时飞行空域。

二、机场飞行空域应当划设在航路和空中走廊以外。仪表（云中）飞行空域的边界距离航路、空中走廊以及其他空域的边界，均不得小于10 公里。机场飞行空域通常包括驾驶术（特技、编队、仪表）飞行空域、科研试飞飞行空域、射击飞行空域、低空飞行空域、超低空飞行空域、海上飞行空域、夜间飞行空域和等待空域等。

三、等待空域通常划设在导航台上空；飞行活动频繁的机场，可以在机场附近上空划设。等待空域的最低高度层，距离地面最高障碍物的真实高度不得小于600米。8400 米以下，每隔300 米为一个等待高度层；8400 米以上，每隔600 米为一个等待高度层。

四、航路分为国际航路和国内航路。航路的宽度为20 公里，其中心线两侧各10 公里；航路的某一段受到条件限制的，可以减少宽度，但不得小于8 公里。航路还应当确定上限和下限。

五、航线分为固定航线和临时航线。临时航线通常不得与航路、固定航线交叉或者通过飞行频繁的机场上空。

六、国家重要的政治、经济、军事目标上空，可以划设空中禁区、临时空中禁区。

七、空中走廊通常划设在机场密集的大、中城市附近地区上空。空中走廊的划设应当明确走向、宽度和飞行高度，并兼顾航空器进离场的便利。空中走廊的宽度通常为 10 公里，其中心线两侧各 5 公里。受条件限制的，其宽度不得小于 8 公里。

思考题：

等待空域是如何划分的？

7.3.1 一般资料

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

- 理解超障余度的含义;
- 理解保护区及其主区、副区的含义;
- 理解最低超障高度/高的含义。

知识要点:

一、超障余度

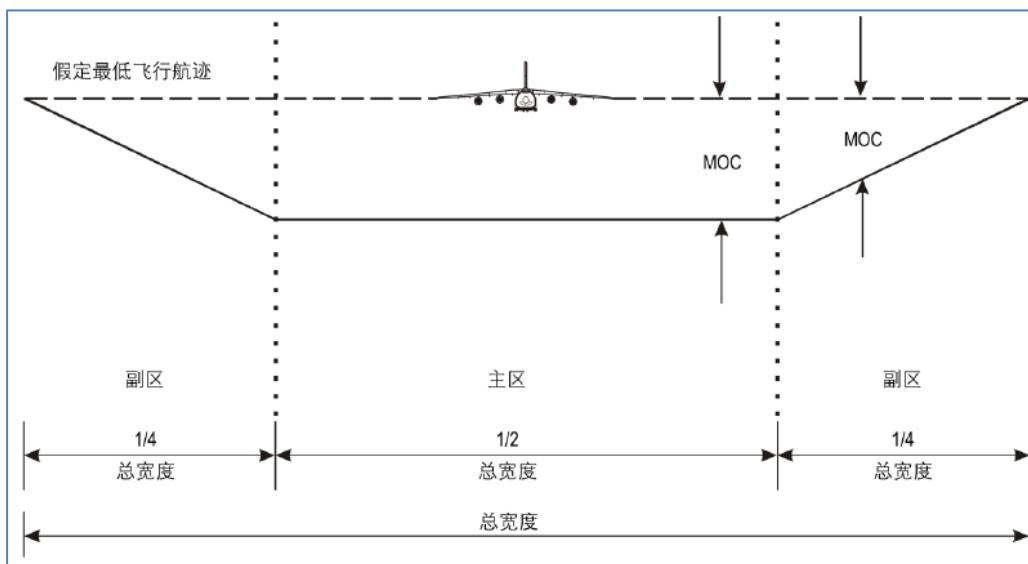
在制定仪表飞行程序时超障余度是主要的安全考虑, 飞行运行的角度来看, 仪表飞行程序每个阶段适用的超障余度被认为是满足运行中可接受的安全程度的最小值。

二、保护区

仪表飞行程序设计时, 为每个航段划定的空域范围作为保证在该航段飞行过程中的安全保护区。通常保护区的垂直剖面对称分布于每个航段的中心线两侧, 分为主区和副区, 在主区内提供全额的超障余度, 在副区内提供逐渐减小的超障余度, 直至副区外侧边界的超障余度为零。

在直线航段上, 主区宽度为总宽度的一半, 每侧副区的宽度为总宽度的四分之一。

当程序规定的转弯中无航迹引导时, 保护区的总宽度均为主区的宽度。



三、最低超障高度 (OCA) 或最低超障高 (OCH)

仪表飞行程序设计时, 按照特定超障准则, 为每一航段确定的在相应跑道入口或机场标高之上的最低高度或高。

OCA是以标准海平面为基准, OCH是以跑道入口或机场标高为基准。

思考题:

盘旋进近的OCH以什么数值为基准?

7.3.2 航空器分类

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

理解仪表飞行程序中航空器分类的依据;
理解速度对飞行程序安全保护区的影响。

知识要点:

一、航空器分类的依据

航空器的性能将直接影响到实施仪表进近程序的各种机动飞行所需的空域和能见度，其中最重要的性能要素是航空器的速度。根据不同航空器的速度特点，仪表飞行程序中对航空器分类进行了分类，并用字母表示。

仪表飞行程序中对航空器进行分类的依据是跑道入口速度 (V_{at})。

V_{at} 等于航空器最大审定着陆重量在着陆构形下失速速度 V_{so} 的 1.3 倍或者失速速度 V_{s1g} 的 1.23 倍。如果 V_{so} 和 V_{s1g} 两者都可以获得，则 V_{at} 取其中的较大者。着陆构形由运营人或者航空器制造厂商定义。

二、航空器的分类

A类: $V_{at} < 169 \text{ km/h (91kt)}$;

B类: $169 \text{ km/h (91kt)} \leq V_{at} < 224 \text{ km/h (121kt)}$

C类: $224 \text{ km/h (121kt)} \leq V_{at} < 261 \text{ km/h (141kt)}$

D类: $261 \text{ km/h (141kt)} \leq V_{at} < 307 \text{ km/h (166kt)}$

E类: $307 \text{ km/h (166kt)} \leq V_{at} < 391 \text{ km/h (211kt)}$

三、通常飞行程序设计时，为A/B类航空器和C/D类航空器分别提供所需的保护空域和超障余度，并在相应的航图中说明适用的航空器分类。

四、在空域受限制的情况下，飞行程序可限制航空器用较低速度运行，或直接限制航空器的类型。

思考题:

在仪表飞行程序中出现速度限制时，飞行员应考虑哪些影响因素？

7.3.3 定位点与定位容差

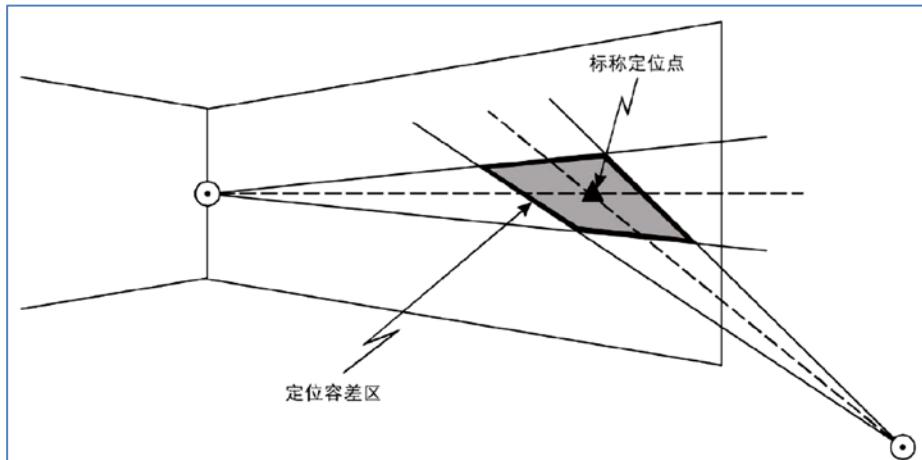
备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

- 理解终端区定位点的含义和作用;
- 理解定位容差区的含义;
- 了解影响定位容差大小的因素。

知识要点:

- 一、定位点是指利用一个或一个以上的导航设备确定的地理位置点。
- 二、终端区定位点
终端区定位点是指构成仪表飞行程序的各个位置点，包括起始进近定位点（IAF）、中间进近定位点（IF）、最后进近定位点（FAF）、等待点、转弯点（TP）以及必要时用以标志复飞点（MAPt）的定位点等。
这些定位点通常也是仪表进近过程中的位置报告点，其定位精度对仪表进近程序的安全性和可靠性有着直接的影响。
- 三、终端区内定位点可以采用飞越导航台上空定位、双台交叉定位以及雷达定位的方式来确定位置。
- 四、由于地面和机载设备的精度限制，以及飞行员的飞行技术误差，导致航空器在定位时可能产生的偏差范围称之为定位容差区。
- 五、定位容差区的大小与定位方法、所使用的导航设备以及导航台和定位点的位置关系有关。



思考题:

双台交叉定位时的定位容差大小取决于哪些因素？

7.4.1 机场图与机场道面信息 (1/2)

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

理解机场图的定义;
掌握机场图中的识读。

知识要点:

一、机场图的定义

机场图包含了机场的详细数据,以方便航空器作如下的地面活动

- 从航图器停机位到跑道;
- 从跑道到航空器停机位;

该图还提供了在该机场运行的基本资料。

二、机场图中的符号

(1) 跑道、滑行道、停机坪

	有铺筑面的跑道		机场内直升机停机点
	无铺筑面的跑道		停止道, 长、宽及铺筑面性质
	升降带,长、宽 Strip 3200X300		净空道,长、宽 CWY 200X150
	关闭的跑道、滑行道 或其部分不能使用 U/S X-X-X		滑行道
	跑道入口内移		跑道等待位置标志 A类 B类
	建筑物		中间等待位置
	机场基准点		停机位置编号和滑行路线
	机动区冲突多发地带		

(2) 灯光

	跑道接地带灯		I 类精密进近灯光系统 (PALS CAT I)
	精密进近航道指示器(PAPI)		II 类精密进近灯光系统 (PALS CAT II)
	简易进近灯光系统(SALS)		III类精密进近灯光系统 (有顺序闪光灯 PALS CAT III)
	I 类精密进近灯光系统 (有顺序闪光灯 PALS CAT I)		

(转下一页)

7.4.1 机场图与机场道面信息 (1/2)

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

理解机场图的定义;
掌握机场图中的识读。

(接上一页)

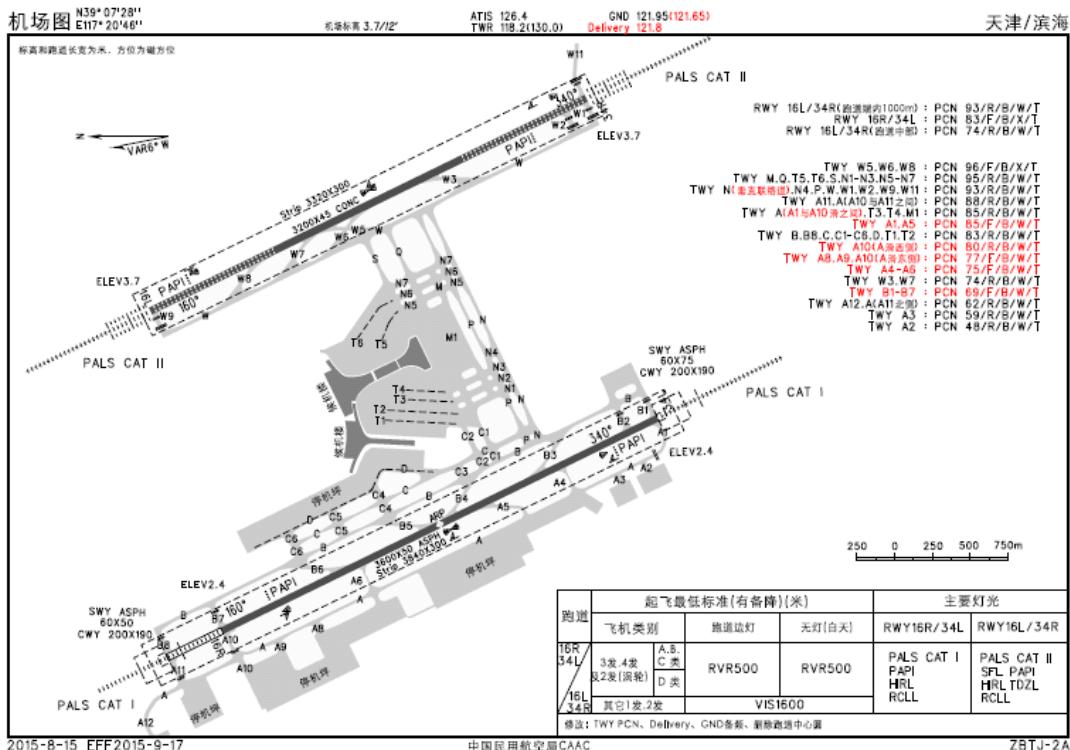
(3) 其他

← ⊖	VOR校准点	↑ 有灯 ↓ 无灯	着陆方向标(无灯、有灯)
↗	跑道视程观测点		
↖	风向标		

(4) 道面数据

PCN	运行次数不受限制的承载强度			
道面等级序号	R		F	
字母代号	刚性		柔性	
字母代号	A	B	C	D
	高强度	中强度	低强度	特低强度
字母代号	W	X	Y	Z
	高	中	低	很低
字母代号	T		U	
	技术评定		经验评定	

三、机场图举例：天津/滨海机场



思考题:

在天津/滨海机场图中，哪条跑道安装有 I 类精密进近灯光系统？

7.4.2 离场程序

7.4.2.1 离场程序的一般准则

备注： AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

- 理解离场程序的一般准则；
- 掌握离场程序使用的限制要求。

知识要点：

一、离场程序是一种规划的离场航线，为航空器提供终端区至航路结构的过渡。在需要仪表离场的每一条跑道，都应建立离场程序。

二、公布的仪表离场程序假定所有发动机工作，为保证在离场阶段具有障碍物之上的可接受的余度，仪表离场程序可公布要遵循的具体路线或全向离场，连同程序设计梯度和详细的重要障碍物，全向离场也可以规定必须避开的扇区。

三、离场程序的起点与终点

- 起点为跑道起飞末端（DER）：公布的适用于起飞区域的末端，即跑道端或净空道端。DER 的标高为跑道端或净空道端的标高中的较高者。
- 终点：终止于下一飞行阶段（即航路，等待或进近）的开始点，即爬升至航路最低安全高度，或飞至等待点或飞至起始进近定位点。
- 在正常情况下，离场程序均以爬升至航路最低安全高度作为终点。
- 在我国，许多机场的离场程序以走廊口作为离场程序的终点。

四、标准仪表离场程序用标准仪表离场图（SID）予以公布。

五、当离场由雷达引导时，程序假定驾驶员不修正风的影响；当飞行要保持规定航迹的离场航线时，驾驶员必须修正已知的或预计的风的影响。

六、通常制定的标准仪表离场（SID）要适应尽可能多的航空器分类，如果程序要求特定的航空器类别，这种适用范围应予以公布。

思考题：

跑道起飞末端（DER）是如何确定的？

7.4.2 离场程序

备注： AC-91-FS-27 飞行程序

7.4.2.2 程序设计梯度与超障余度

知识掌握程度：

- 了解OIS面的含义；
- 了解PDG的制定原则；
- 了解离场程序的超障余度。

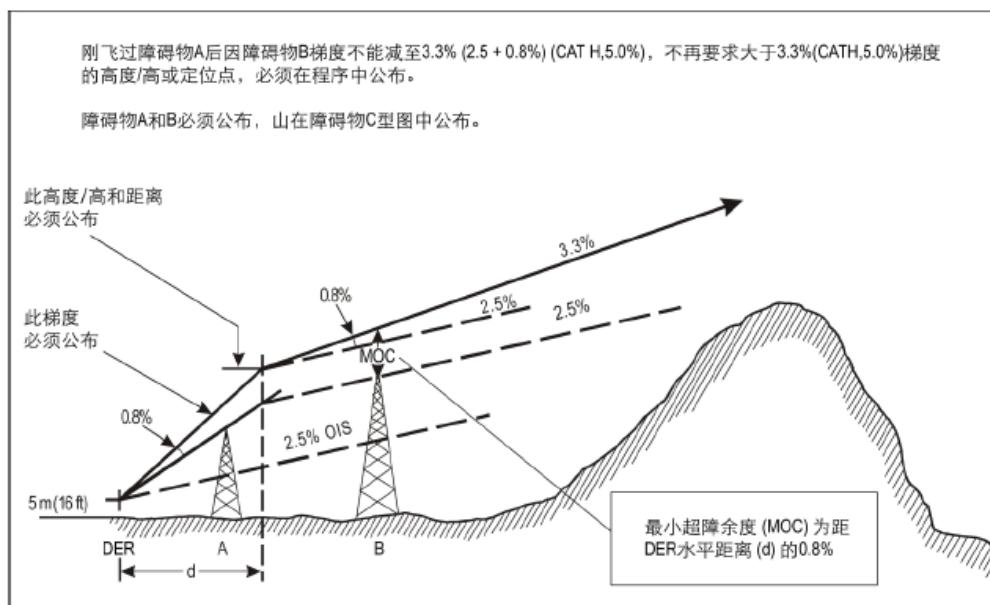
知识要点：

- 一、制定仪表离场程序的主要安全考虑是超障余度。
- 二、障碍物鉴别面（OIS面）
 - (1) OIS面是有关离场程序的一组梯度为2.5%的斜面。
 - (2) OIS面必须定期测量（每年一次即可）以证实障碍物是否发生变化，从而保证起飞离场程序的最小超障余度和程序的整体性。
 - (3) 无论何时，如果有新增障碍物穿透OIS面时，应立即通知主管部门。

三、程序设计梯度（PDG）

如果没有另外公布，PDG规定为3.3%。PDG由以下数值构成：

- 2.5%的OIS面，或根据穿透这些面的控制障碍物所确定的梯度，取较高梯度；
- 0.8%的超障余度。



公布的PDG必须规定至一个高度 / 高，在此高度以后恢复使用3.3%的最小爬升梯度，如上图所示。

四、离场超障余度（MOC）

最小超障余度在DER之上5m为零，此后按飞行飞向（假定最大扩散角为15°）水平距离的0.8%增加。

思考题：

非标准的离场程序设计梯度如何制定？

7.4.2 离场程序

备注： AC-91-FS-27 飞行程序

7.4.2.3 离场航线的基本形式

知识掌握程度：

了解直线离场的含义和要求；

了解转弯离场的含义和要求；

了解全向离场的含义和要求。

知识要点：

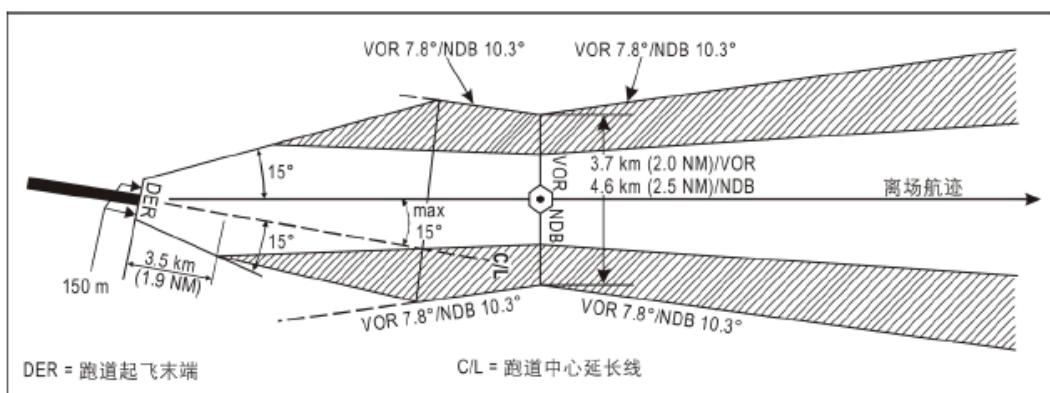
离场航线的基本形式包括以下3种：

一、直线离场

起始离场航迹与跑道中线方向相差在15° 以内为直线离场；

直线离场航线航空器必须在20.0km以内取得航迹引导。

可使用位置适当的电台（VOR或NDB）或用区域导航提供直线离场的航迹引导。



二、转弯离场

当离场航线为避开障碍物需要转弯大于15° 时，应设计一个转弯离场；

转弯离场航线航空器必须在转弯之后10km之内取得航迹引导；

离场转弯的最低起始高度为DER标高加120m (394ft)；

转弯离场其中包括：在达到一个高度 / 高时进行（指定高度转弯）；或在一个定位点或在一个电台上空进行（指定点转弯）。

三、全向离场

如果设计的离场不提供航迹引导，则使用全向方法制定离场准则。

除非另有规定，全向离场的标准程序设计梯度为3.3%。

航空器在转弯前要爬升至DER标高之上至少120m (394ft)。

思考题：

转弯离场的起始阶段是否需要航迹引导？

7.4.2 离场程序

7.4.2.4 特殊要求

备注： AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

了解应急程序的制定准则；
掌握不应使用减功率起飞的条件。

知识要点：

下列与起飞离场运行相关的程序由运营人负责制定，而不是由民航当局提供：

一、应急程序

按照ICAO附件六的规定，为适用于V₁以后发生发动机故障或飞行中紧急情况的需要，而制定应急程序是运营人的责任。如果地形和障碍允许，这些程序应遵循正常的离场航线。

标准离场程序所规定的程序设计梯度（PDG）可能高于某些机型在决断速度（V1）以后发生发动机故障或飞行中紧急情况时适航当局批准的梯度。为了对这些飞机提供保护，航空公司或飞行部门必须根据个别机型一发失效时批准的上升性能对障碍物进行检查，并在必要时建立应急程序。

二、转弯程序

如果必须制定转弯程序以避开障碍物，则应在运营人手册中有详细的程序，程序中的开始转弯点必须是驾驶员在仪表条件下飞行时易于识别的。

三、减功率起飞

在以下不利运行条件，不应要求使用减功率起飞，例如：

- 如果跑道道面条件有积雪、雪泥、结冰、积水、泥浆、橡胶、油污或其它物质等不利影响；
- 水平能见度小于1.9km(1.0NM)；
- 侧风分量包括阵风超过28km/h(15kt)；
- 顺风分量包括阵风超过9 km/h(5.0kt)；
- 如果已报告或预报有风切变或预计有雷雨影响进近或离场。

注：某些运行手册（或飞行手册）可能在发动机除冰系统工作的同时限制使用减小起飞功率。

思考题：

何种情况下V₁以后发生发动机故障的应急程序必须单独制定？

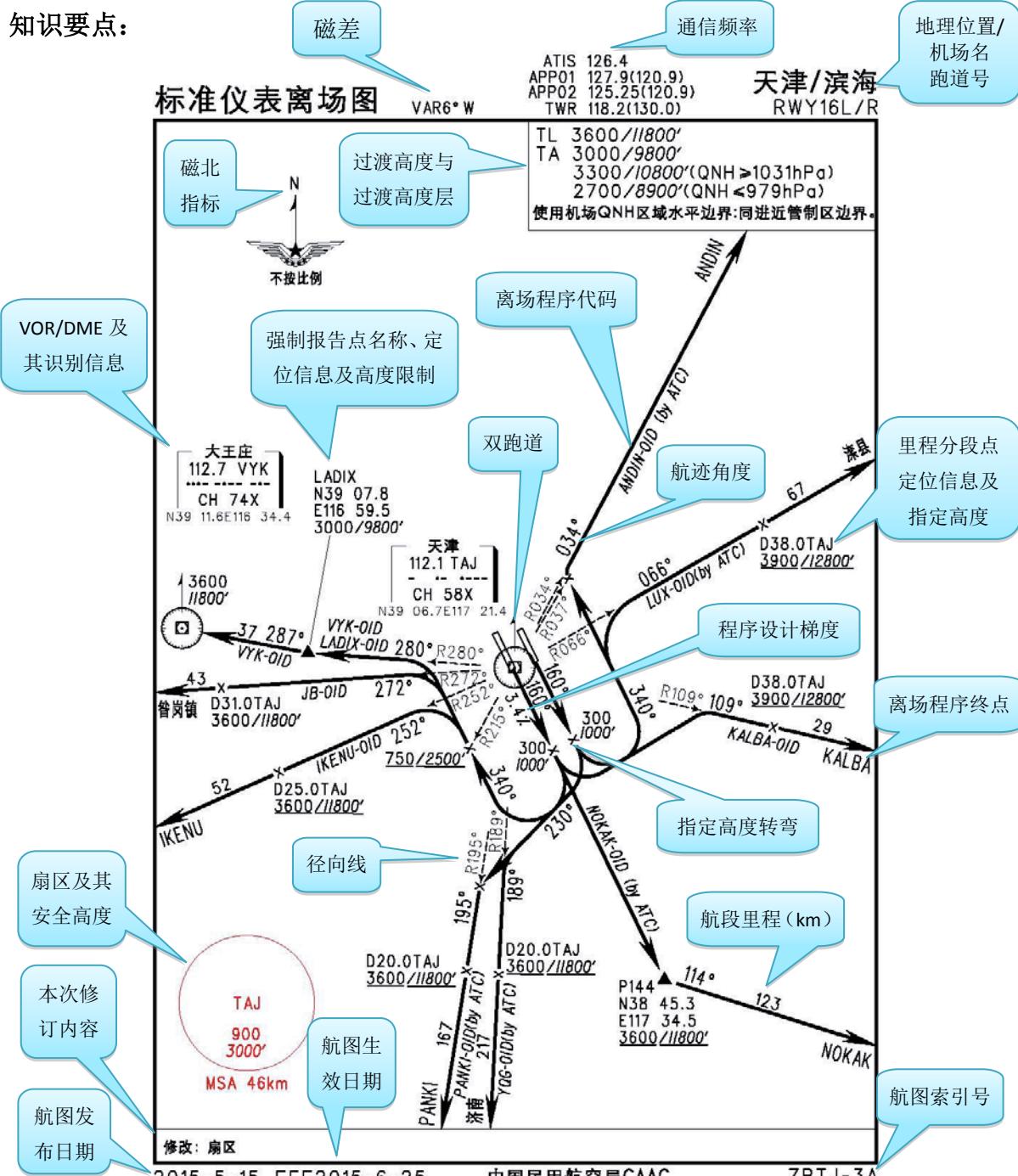
7.4.3 标准仪表离场图的识读

备注:

知识掌握程度:

掌握标准仪表离场图的布局;
掌握标准仪表离场图的识读方法。

知识要点:



备注: 在中国民航空管局发布的电子版NAIP航图上,为了方便读图,本次修订的内容用红色显示。

思考题:

在16R跑道起飞,沿VYK-01D离场过程中应注意哪些问题?

7.5.1 航路运行

7.5.1.1 航路图 (1/2)

备注:

知识掌握程度:

掌握航路图上的符号及识读方法。

知识要点:

航路图向机组提供根据空中交通服务程序沿空中交通服务航路飞行需要的有关资料。本图的覆盖范围为中国飞行情报区。图中数据包含所有供民航使用的机场、禁区、危险区、限制区以及详细的空中交通服务系统等资料和补充资料。

一、机场/直升机场

	民用机场		军用机场
	军民合用机场		军用备降机场
	民用直升机场		城市名/机场名 机场标高(米)

二、无线电导航设施

	甚高频全向信标台(VOR)和测距仪(DME)合装		VOR/DME数据框 台名 频率(MHz)、识别 莫尔斯电码 测距频道 地理坐标
	甚高频全向信标台(VOR)		VOR数据框 台名 频率(MHz)、识别 莫尔斯电码 地理坐标
	无方向性无线电信标台(NDB)		NDB数据框 台名 频率(kHz)、识别 莫尔斯电码 地理坐标
	VOR/DME与NDB在同一位置		VOR/DME/NDB数据框 VOR/DME数据(蓝色) NDB数据(绿色)

三、边界线

	国界		进近管制区、终端管制区边界
	飞行情报区边界		管制扇区边界
	飞行情报区边界(未定界)		区域管制区边界

(转下一页)

7.5.1 航路运行

7.5.1.1 航路图 (2/2)

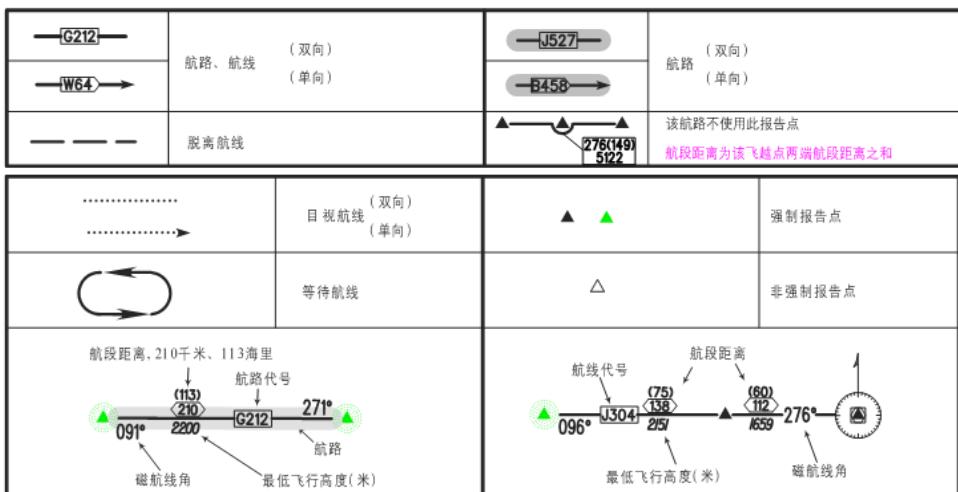
备注： AC-91-FS-27飞行程序

知识掌握程度：

掌握航路图上的符号及识读方法。

(接上一页)

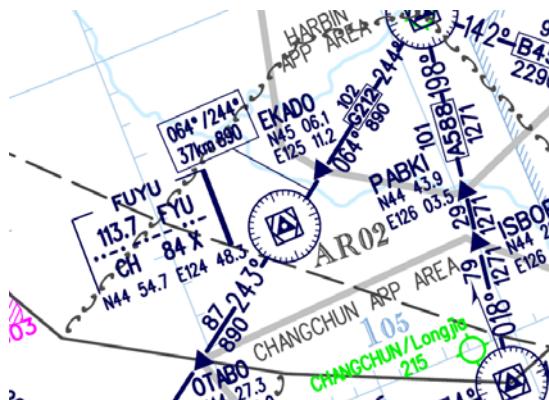
四、航路和航线



五、其他

	网格最低安全高度(单位: 10米)		空中交通管制 甚高频(MHz) *备用频率 开放时间 垂直范围
	等磁差线(西磁差1°)		高 频(Khz) 及开放时间
	注记编号		
	走廊及其编号和宽度		限制空域
	区域图范围		限制空域数据 编号(P禁区,D危险区,R限制区) 限制高度(上限) 限制时间

六、航路图样例



思考题：

参阅上图，已知过FYU VOR台时刻为12点整，保持地速200kt，预计到达OTABO强制报告点的时刻为？

7.5.1 航路运行

备注：

7.5.1.2 区域图

知识掌握程度：

掌握区域图的定义和识读方法。

知识点：

一、区域图定义

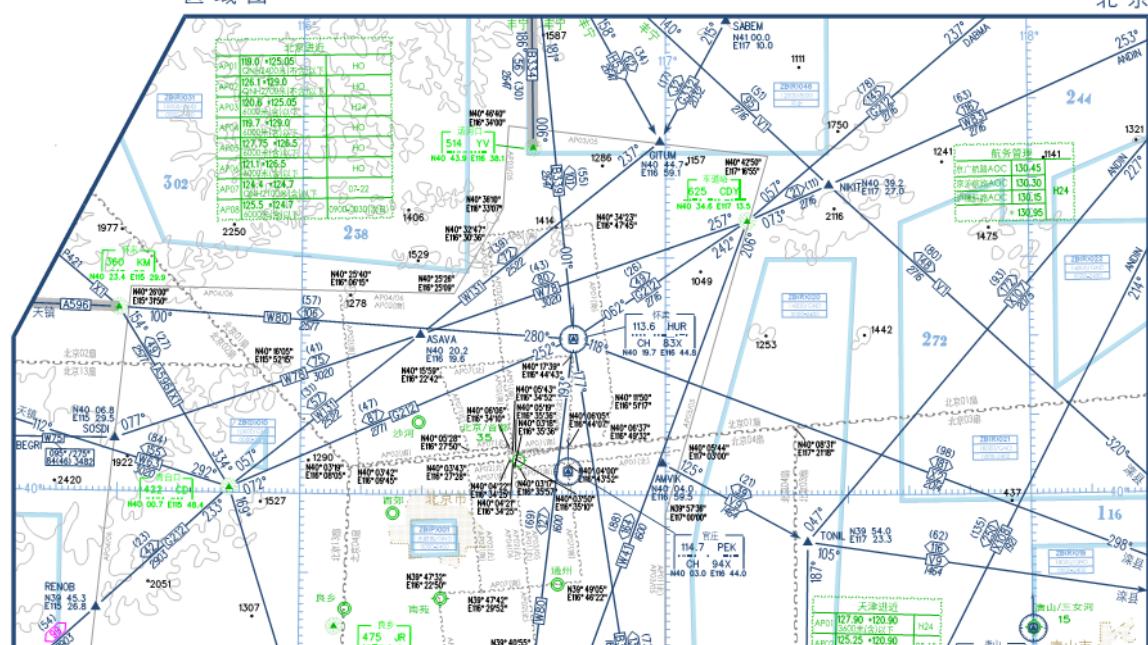
空中交通服务航路或位置报告的要求复杂的地区，当航路图上无法清楚表示时，提供区域图。

区域图提供航空器在下列仪表飞行阶段所需的资料：

- 航路飞行阶段与机场进近之间的过渡；
 - 起飞/复飞与航路飞行阶段的过渡；
 - 通过复杂的空中交通服务航路或空域结构地区。

二、区域图样例

区域图



思考题：

一般在什么情况下发布区域图？

7.5.2 等待程序

备注： AC-91-FS-27 飞行程序

7.5.2.1 概述

知识掌握程度：

理解等待程序的概念；

掌握等待程序的形状和相关术语；

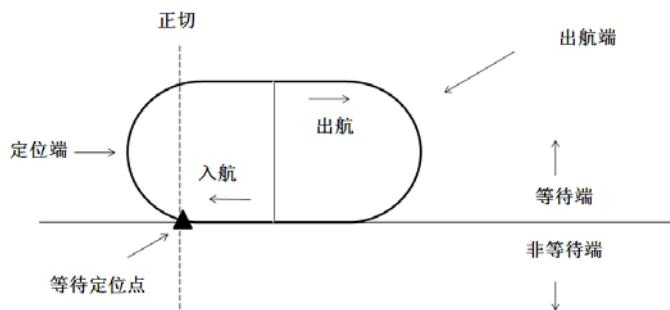
知识要点：

一、等待程序的概念

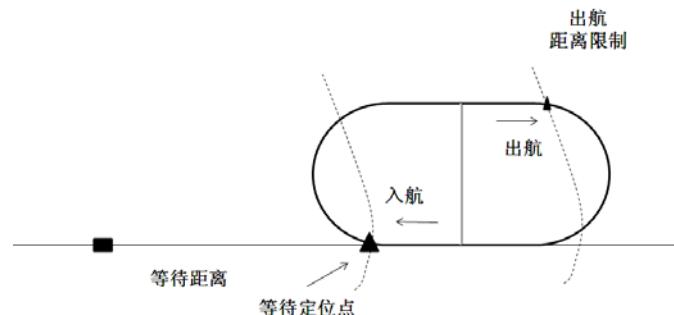
等待程序是指航空器为等待进一步指令而保持在一个规定空域内的预定的机动飞行。等待程序一般设置在进场航段的末端或进场航线上的某一点。

二、等待程序的形状和相关术语

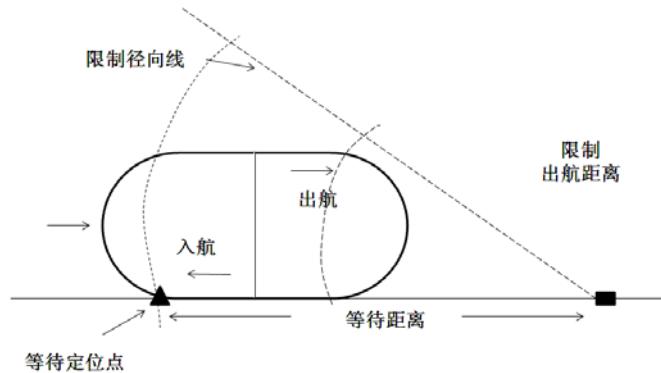
(1) 右转弯（标准等待）



(2) 向台等待



(3) 背台等待



思考题：

请画出非标准等待程序的形状，并标明相关术语。

7.5.2 等待程序

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.5.2.2 等待程序的限制要求

知识掌握程度:

掌握等待程序的限制要求。

知识要点:

一、速度

进入等待航线和在等待航线飞行的航空器指示空速应等于或小于表所列数值。

高度层 ¹	正常条件	颠簸条件
不高于 4 250m(14 000ft)(包含)	425km/h (230kt) ² 315 km/h (170kt) ⁴	520 km/h (280kt) ³ 315 km/h (170kt) ⁴
4 250m (14 000ft) 至 6 100m (20 000ft) (包含)	445 km/h (240kt) ⁵	520 km/h (280kt) 或 0.8M 数, 取较小值 ³
6 100m (20 000ft) 以上至 10 350m (34 000ft) (包含)	490 km/h (265kt) ⁵	
10 350 (34 000ft) 以上	0.83M 数	0.83M 数

注释1:

1. 表列高度代表高度或高度层取决于所用的高度表拨正。
2. 如果等待程序后面的仪表进近程序起始航段公布的速度高于 425 km/h (230kt), 则等待也应尽可能公布这个较高的速度。
3. 除非有关公布材料表示等待区能容纳使用这些高等待速度飞行, 使用颠簸条件的 520km/h (280kt)(0.8M 数)的速度等待必须率先取得 ATC 的同意。,
4. 只限于 A/B 类航空器等待。
5. 如有可能, 与航路结构联系的等待程序使用 520 km/h (280kt)。

二、坡度/转弯率

所有转弯坡度是以25°或转弯率为3°/秒的坡度之间取较小值。

三、修正已知风

在驾驶员进入等待和在等待航线飞行的过程中, 需要为保持程序中所描述的航迹, 对已知风的影响进行航向和计时的修正。

四、出航计时开始

出航飞行(三边)计时的开始, 是在转至出航航向或正切定位点, 以发生较晚为准。如果不能确定正切位置, 则在完成出航转弯至出航航向即开始计时。

五、出航时间

等待程序的出航时间与飞行高度有关, 在14000ft或以下为1min, 14000ft以上为1.5min。

六、基于DME距离的出航边长度

如果出航边的长度是由DME确定, 则到达DME限制距离, 出航边立即终止。

七、径向线限制

(1) 在背台等待情况, 如果从等待定位点至VOR/OME台的距离较短, 可规定一条限制径向线。在需要限制空域的地方, 也可规定一条限制径向线。

(2) 如果等待中在DME限制距离前先遇到限制径向线, 则应跟随这条径向线飞行直至开始入航转弯, 在不晚于到达限制DME距离前开始转弯。

思考题:

如何确定等待程序出航飞行(三边)计时的开始时刻?

7.5.2 等待程序

备注： AC-91-FS-27飞行程序

7.5.2.3 等待程序的进入方法（1/2）

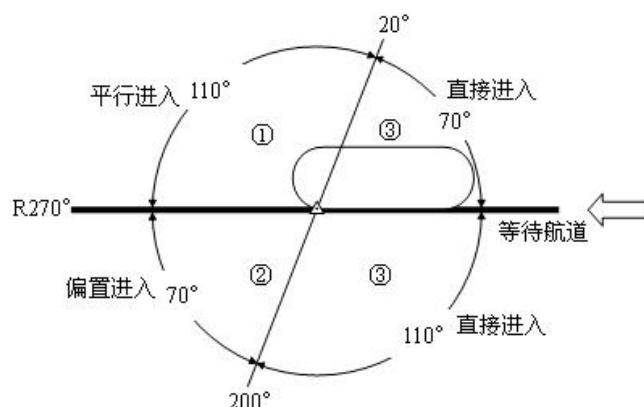
知识掌握程度：

- 掌握等待进入扇区的划分方法；
- 掌握每种等待进入程序的实施要求。

知识要点：

一、等待进入扇区的划分

如果等待程序的起始点是个电台，可以根据航向与下述三个扇区的关系，采用全向进入的方法。以起始点为圆心，入航航迹为基准，向等待程序一侧量取 70° 并通过圆心画出一条直线，该直线与入航航迹反向线将 360° 的区域划分为三个扇区。各扇区还应考虑其边界两侧各 5° 的机动区。



二、等待进入程序的实施要求（以标准等待为例）

1、第一扇区平行进入

航空器到达定位点后，向左转至出航航向飞行适当的时间；而后航空器向左转向等待一侧，切入入航航迹或回至定位点；而后第2次飞越定位点，航空器右转弯按照等待航线飞行。

2、第二扇区偏置进入

航空器到达定位点后，在等待航线一侧与入航航迹的反向成 30° 的航迹飞行；而后进行出航飞行，出航飞行：

- 如果规定计时，飞行适当的时间；
- 如果规定距离，直至到达限制的DME距离。如果同时规定了一条限制径向线，则到达限制DME距离或遇到限制径向线（以先发生为准）。

出航飞行结束后，航空器右转弯切入等待入航航迹，而后第2次飞越等待定位点，航空器右转按照等待航线飞行。

3、第三扇区直接进入

航空器到达定位点，右转弯遵循等待航线飞行。

4、DME弧进入

航空器到达定位点后必须按照第1扇区或第3扇区进入程序进入等待航线。

(转下一页)

7.5.2 等待程序

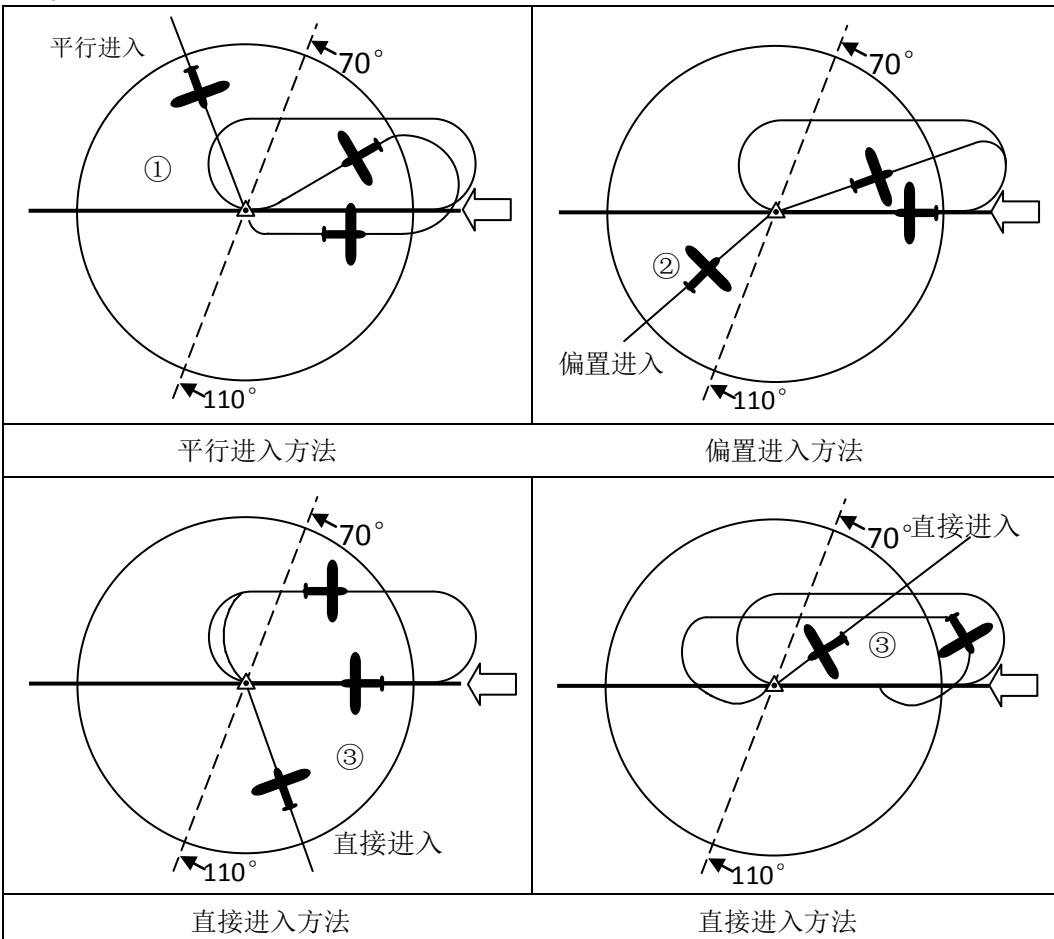
备注： AC-91-FS-27飞行程序

7.5.2.3 等待程序的进入方法（2/2）

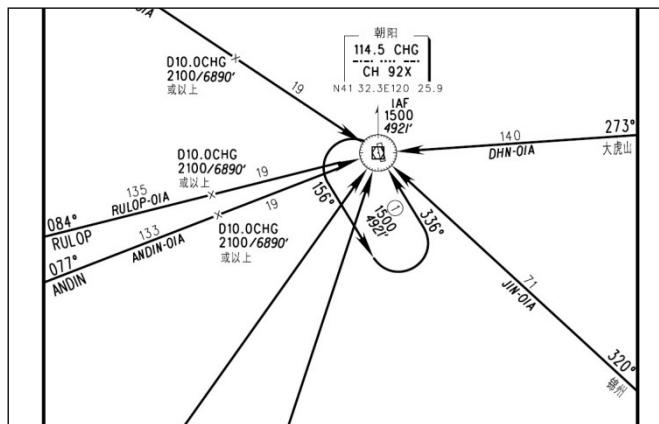
知识掌握程度：

- 掌握等待进入扇区的划分方法；
- 掌握每种等待进入程序的实施要求。

(接上一页)



三、进场图中的等待程序



思考题：

上图中如果飞机从锦州方向（JIN-OIA）进场，请问应采用哪种方式加入等待程序？

7.6.1 进场程序的一般准则

7.6.1.1 标准仪表进场航线

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

- 理解标准仪表进场程序的作用;
- 掌握标准仪表进场程序的构成;
- 理解进场航线代码的编码规则。

知识要点:

一、进场程序的定义及其作用

进场程序是一种规划的进场航线，它提供从航路结构至终端区内一个定位点或航路点的过渡。主要用于理顺航路与进近之间的关系，实现从航路到进近的过渡，以维护机场终端区的空中交通秩序，保证空中交通流畅，以提高运行效率。

虽然在操纵技术上标准仪表进场程序不作为一个进近航段，但它们是许多仪表进近程序的一个组成部分。在空中交通流量较大的机场，由于该航段较为复杂，于是将其从仪表进近程序中分离出来，称为标准仪表进场程序，并单独制图（标准仪表进场图）。

二、标准仪表进场程序的构成

通常，公布的标准仪表进场航线起始于飞机离开航路飞行的开始点，终止于等待点或起始进近定位点。在我国，一些机场以走廊口作为标准仪表进场程序的开始点。

公布的标准仪表进场航线应明确所飞各航段的航道或方位角、距离和最低安全高度。

标准仪表进场程序通常用标准仪表进场图的形式予以公布。

三、进场航线的代码

同一开始点和终点之间可能公布多条标准仪表进场航线，这些进场航线用不同的进场航线代码进行区别，飞行中应根据具体情况选择最适合的进场航线。

标准仪表进场航线的代码通常用开始点的代号加上数字编号及英文字母“A”构成，例如 HCH-01A（以VOR/DME HCH为开始点）、NIRON-01A（以报告点“NIRON”为开始点）。

思考题:

在同一开始点处公布了多条标准仪表进场航线时，应如何选用？

7.6.1 进场程序的一般准则

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.6.1.2 最低扇区高度

知识掌握程度:

理解最低扇区高度的含义;

掌握扇区的划分方法;

掌握最低扇区高度确定的方法。

知识要点:

一、最低扇区高度的定义

最低扇区高度也称扇区最低安全高度, 是紧急情况下所在扇区可以使用的最低高度, 也是确定仪表进场程序起始高度的一个依据。

在仪表进场中, 必须遵守最低扇区高度的规定。

每个已建立仪表进场程序的机场都应规定最低扇区高度。

二、扇区的划分

扇区的划分通常以仪表进场中用于归航的导航台为中心, 46km 为半径。在每个扇区的边界外有一个 9km 的缓冲区。

扇区可以按照罗盘象限划设为 4 个标准扇区, 也可以根据地形障碍物情况选择扇区的数量和大小(如图 1 所示, 杭州/萧山机场)。

以 VOR/DME 或 NDB/DME 为中心的扇区, 还可以在扇区内进一步划设分扇区(如图 2 所示, 邯郸机场)。

在 RNP-AR 运行中, 也可以以某个 RNP 航路点作为中心划分扇区。

当同一机场有多个可用于仪表进场归航的导航台时, 可以同时公布 2 个以上的扇区划分方案(如图 3 所示, 丽江/三义机场), 或公布 1 个联合扇区(如图 4 所示, 上海虹桥机场)。

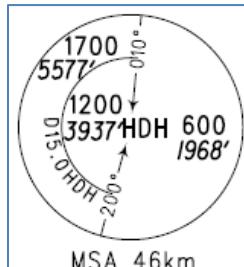
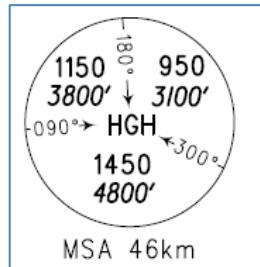


图 1

图 2

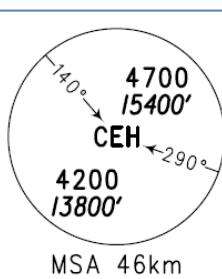
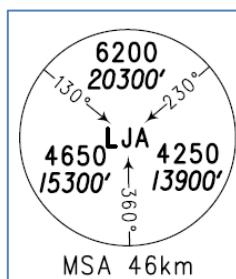


图 3

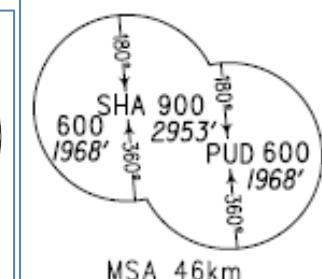


图 4

三、最低扇区高度的确定

最低扇区高度等于该扇区(包括缓冲区)内的最高障碍物标高加上至少 300m 的超障余度, 然后以 50m 或 100ft 向上取整。山区机场的最小超障余度应予以增加, 最大增加至 600m。

思考题:

仪表进场中, 为什么必须遵守最低扇区高度的规定?

7.6.2 标准仪表进场图

7.6.2.1 标准仪表进场图的制图规范

备注：

知识掌握程度：

掌握标准仪表进场图的制图规范。

知识要点：

一、基本准则

当机场设立了标准仪表进场航线，而又无法在区域图上绘制清楚时，应提供标准仪表进场图。标准仪表进场图为机组提供从航路阶段过渡到进近阶段的资料，使其能遵守规定的标准仪表进场航路飞行。

标准仪表进场图如不按比例尺绘图，应在图上标注“不按比例”字样。

同一机场的同一条跑道，依据所采用的导航方式或使用的导航设施不同，可以公布多个标准仪表进场图，这些进场图用航图索引号进行区分。

二、机场

可供进场后着陆使用的主要机场，在标准仪表进场图上标绘跑道平面构型（如下图所示）；其他着陆机场及影响进场航线的所有机场，在标准仪表进场图上标绘机场符号。

三、限制区

所有可能影响飞行程序执行的禁区、限制区和危险区及其识别标志与垂直限制，都必须在标准仪表进场图上标出（如下图所示）。

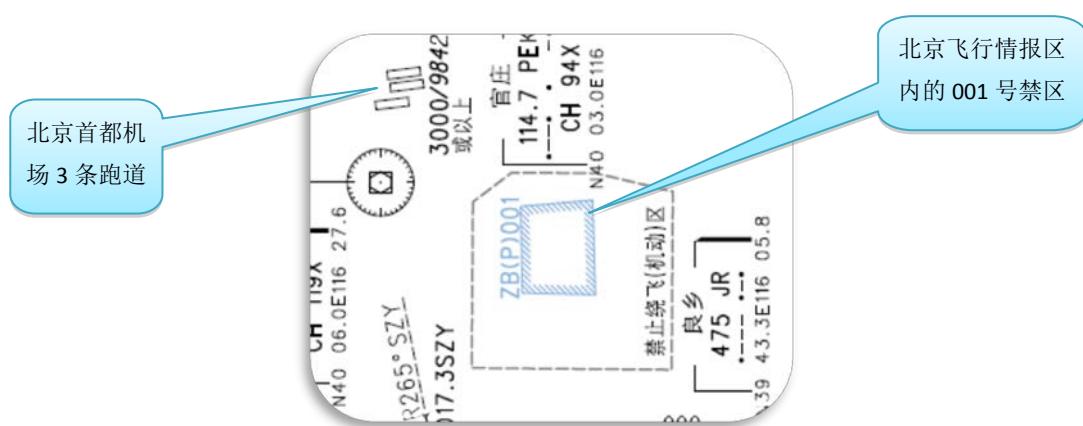
四、空中交通管理及服务信息

为避免分散飞行人员的注意力及增大劳动强度，标准仪表进场图上与该进场程序无关的资料应当尽量减少，只标绘为完成该进场程序所必须的信息。其中，导航设施和航线信息的表示方法与航路图相同。

如在进场航线上设立了等待程序，则须注明等待点、等待方向、等待最低高度和出航时间。

五、地形

如果有重要的地形和地物特征有利于从仪表飞行过渡到目视飞行，应将该特征描绘在图上。



思考题：

同一机场可用标准仪表进场图的数量由什么因素决定？

7.6.2 标准仪表进场图

7.6.2.2 标准仪表进场图的识读

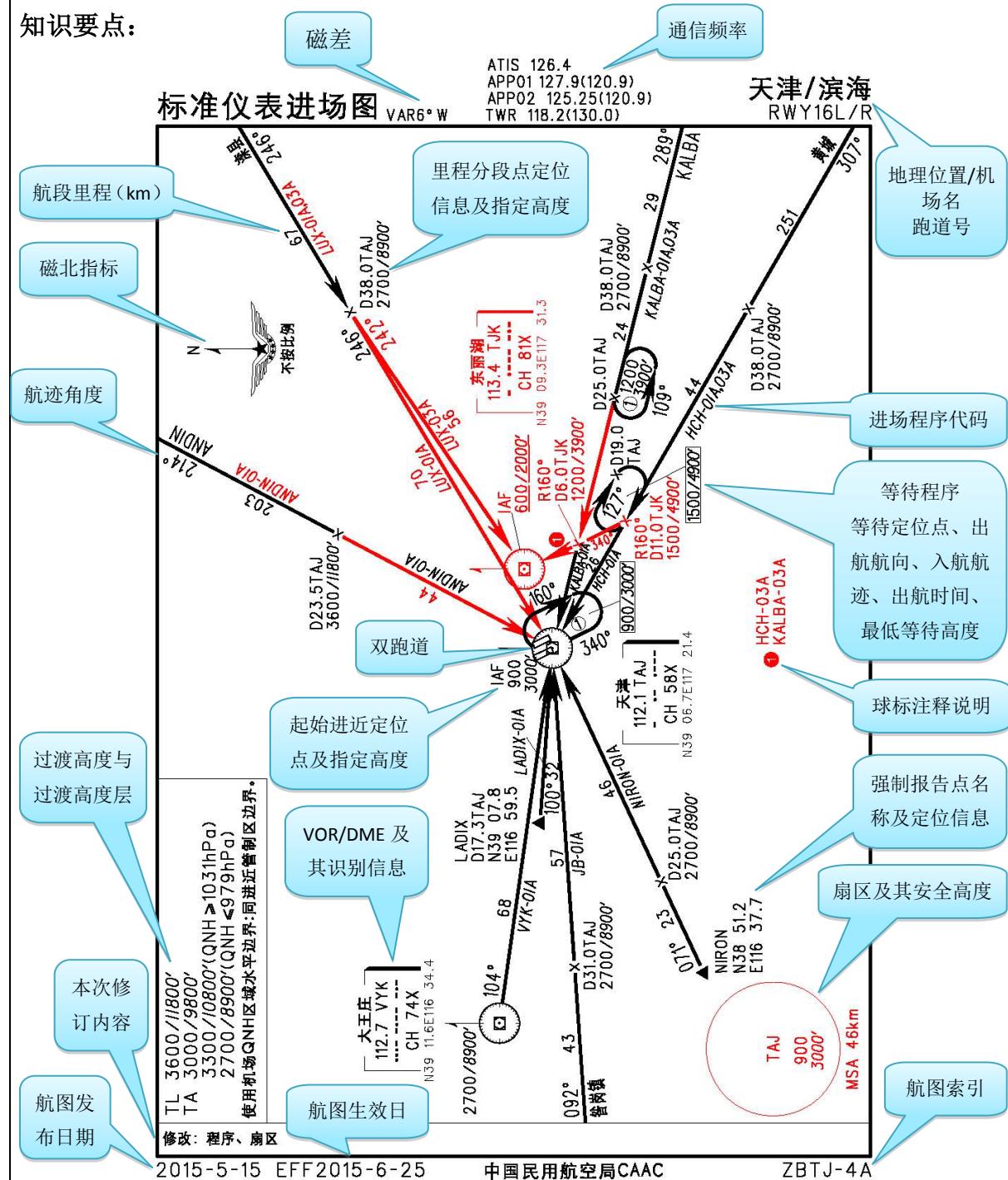
备注:

知识掌握程度:

掌握标准仪表进场图的布局;

掌握标准仪表进场图的识读方法。

知识要点:



备注: 在中国民航空管局发布的电子版NAIP航图上,为了方便读图,本次修订的内容用红色显示。

思考题:

根据上图,在实施进场程序前,预计将使用哪个通信频率与终端区的管制员取得联系?

7.6.3 标准仪表进场程序的实施

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

- 理解标准仪表进场程序的实施过程；
- 掌握进场资料的内容及获取方式；
- 理解进场检查单和进近简令的内容和作用；
- 掌握进场下降中控制速度的方法；
- 理解进场过程中控制速度的方法；
- 了解机场过程中特殊情况的处置方法。

知识要点：

一、进场许可指令

随着飞机逐渐接近目的地机场，ATC会发布许可指令，指示飞机飞某个标准仪表进场航线。ATC发给进场飞机的许可指令至少包括进近定位点名称、标准仪表进场航线名称及编号、高度以及其他必要事项。

二、进近简令

飞行员在收到空中交通管制许可后，要获取进场资料，执行检查单，完成进近简令。

进场资料包括进近许可、起落航线的转弯方向、使用的跑道、地面风向、风速、高度表拨正、请求附加位置报告、云高及能见度、等待方法以及其他必要的情报等。

通常可以通过收听自动终端情报服务（ATIS）获得当时的天气报告和包括着陆跑道在内的机场数据以及航行通告等机场资料，同时还可以监听到仪表进近的情况；其他空中交通管制信息则来自于ATC。

检查单和进近简令中应包括扇区最低安全高度、进场航线和方法、进近程序和方法、仪表进近起始高度/中间高度/最后高度、最低下降高度/决断高度、使用跑道的长度/标高/状态（干/湿、积水、积雪）、机场着陆最低天气标准、复飞程序、进近灯光和跑道灯光、特殊天气的注意事项、着陆机场的特殊要求、使用的导航设备和机上通导设备及工作情况以及其他必要的操作。由此，在进场阶段，着陆前的一些重要操作项目就提前完成了，为实施做好准备。

三、控制高度

通常在飞机到达终端区时，ATC的许可指令中将包括通过某位置时特定高度限制的下降指令。要执行此限制指令，首先应确定出用于下降的距离，然后估算出要执行此限制高度使用的下降率。

四、控制速度

在进场过程中，飞行员要根据管制员指令进行速度调整，使飞机准时到达或调整好间隔。如果飞机不能保证需要的速度时，要报告空中交通管制部门，进行重新调配。

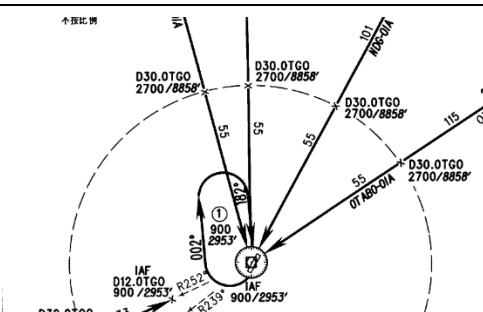
五、特殊情况处置

如果进场飞机认为目的地机场的气象条件低于着陆最低气象条件时，应报告给管制员，管制员将根据飞行员的要求，发出进近等待指令或发给飞往备降机场的管制许可，并重新调整进近的顺序。

如果发现飞机油量不足、严重机械故障和天气原因不能飞往任何机场的情况下，飞行员应决定在低于着陆最低条件的机场着陆。此时，管制员也将采取必要的措施，通知有关保障部门做好应急准备，协助飞机着陆。

思考题：

参阅右图，如果管制员要求“飞机沿 NDG-01A 进场航线飞向通辽 VOR/DME 台，严格按照航图规定飞行”，平均地速为 180km/h 时，为保证飞机在 IAF 之前下降至高度 900 米，飞机应保持什么样的稳定下降率？



7.7.1 仪表进近程序的组成

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

了解仪表进近程序的定义;
掌握仪表进近程序的组成。

知识要点:

一、仪表进近程序的定义

仪表进近程序是航空器根据飞行仪表并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。机动飞行是从起始进近定位点或从规定的进场航路开始,直至能够完成着陆为止,如果不能完成着陆,则开始进行复飞,加入等待或重新开始航路飞行。

二、仪表进近程序的组成

一个仪表进近程序,通常由五个航段所构成:

1、进场航段: 航空器从航线飞行阶段飞至起始进近定位点 (IAF), 通常单独公布为标准仪表进场航线。

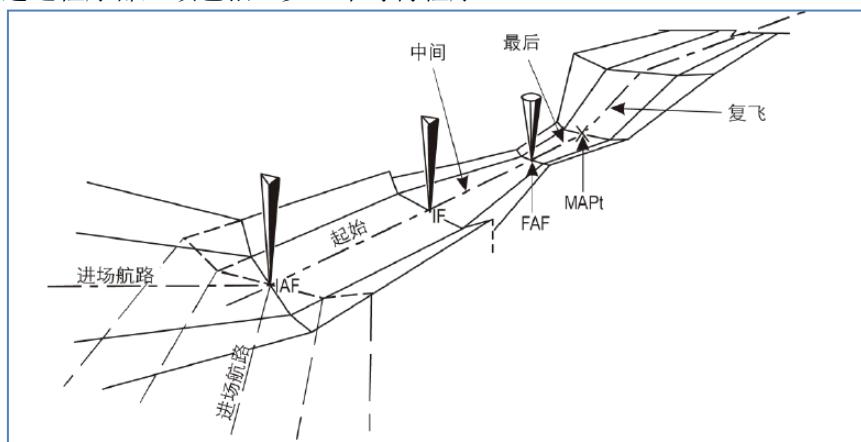
2、起始进近航段: 从起始进近定位点 (IAF), 至中间进近定位点 (IF) 或最后进近定位点/最后进近点 (FAF/FAP) 终止; 主要用于航空器消失高度, 并通过一定的机动飞行, 完成对准中间或最后进近航迹; 起始进近具有很大的机动性, 一个仪表进近程序可以有多个起始进近航段。

3、中间进近航段: 从中间进近定位点 (IF) 到最后进近点/最后进近定位点 (FAP/FAF); 主要用于调整航空器的外形, 减小飞行速度, 少量消失高度, 调整好航空器的位置, 为最后进近作好准备。

4、最后进近航段: 完成对准着陆航迹和下降着陆的航段; 仪表飞行部分是从最后进近点/最后进近定位点 (FAP/FAF) 开始, 至建立目视飞行或复飞点 (MAPt) 结束。

5、复飞航段: 从决断高度或复飞点 (MAPt) 开始, 到航空器回到起始进近定位点开始另一次进近; 或飞至指定的等待点等待; 或爬升至航线最低安全高度, 开始备降飞行为止; 在进近过程中, 当判明不能确保航空器安全着陆时, 复飞是保证安全的唯一手段; 每一个仪表进近程都必须设计一个复飞程序。

6、每一个进近程序都必须包括至少一个等待程序。



思考题:

仪表进近程序的分段对飞行运行操作有何影响?

7.7.2 起始进近航段的机动类型

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.2.1 直线进近和沿DME弧进近

知识掌握程度:

了解起始进近航段的机动类型;

理解直线进近的特点;

理解沿DME弧进近的特点。

知识要点:

一、依据起始进近航段的不同，仪表进近程序可以采用直线进近、沿DME弧进近、反向程序、直角航线以及推测航迹程序。

二、直线进近和沿DME弧进近

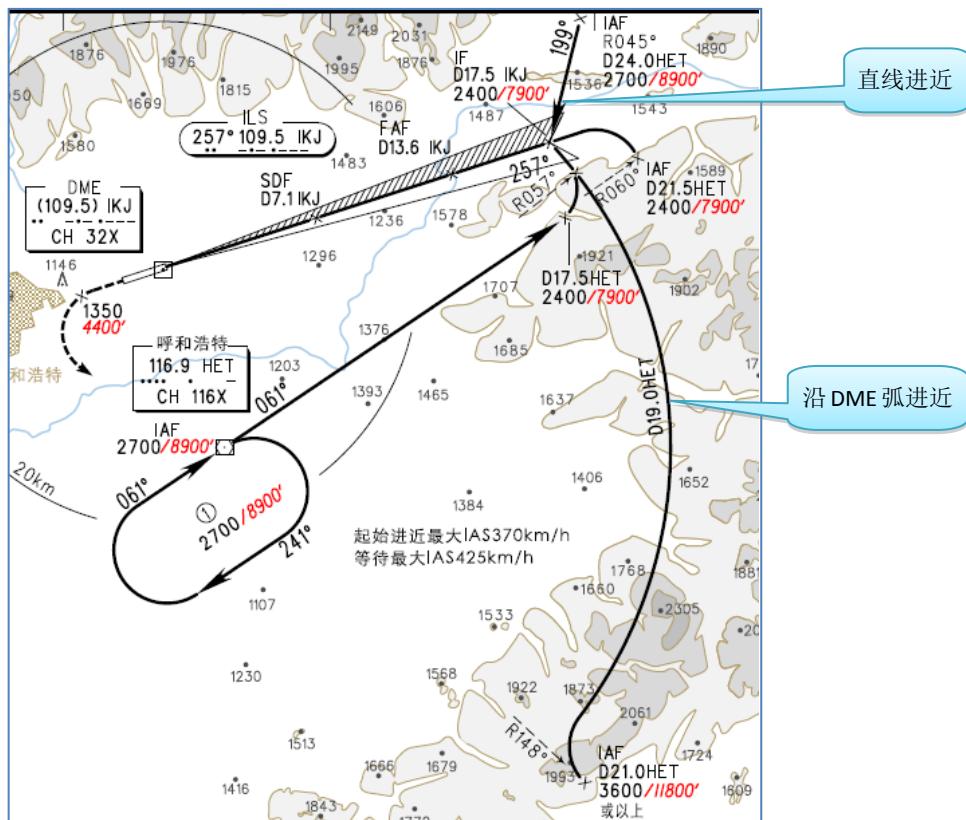
起始进近航段采用沿NDB方位线、VOR径向线或DME弧飞行的进近程序。

飞行较为便利，实施空中交通管制时有一定的机动能力，有利于分离进近和离场的航空器。

由于航空器沿DME弧飞行的过程中必须不断地改变航向，对于没有自动驾驶仪的航空器，飞行员保持规定航迹有一定的困难。

通常沿起始进近航段至中间进近定位点要提供航迹引导，且最大切入角：

- a) 精密进近时为90°；
- b) 非精密进近时为120°。



思考题:

沿DME弧进近有何特点？

7.7.2 起始进近航段的机动类型

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.2.2 反向程序 (1/2)

知识掌握程度:

- 了解反向程序的特点;
- 掌握3种不同类型的反向程序;
- 理解反向程序对于进入扇区的限制;
- 掌握反向程序对于下降的要求;
- 理解反向程序的其他限制。

知识要点:

一、反向程序的定义

当航空器进入机场时的方向与进近方向相反时需要使用反向程序，使航空器从与着陆方向相反的方向转至着陆方向上，以便进入中间或最后进近航段

反向程序需要的导航设备较少，而且这些导航设备可以安装在机场附近，这样可以节省投资，便于管理和维护；需要占用跑道延长线方向一个较大的空域，而且飞行时间较长。

二、反向程序的类型

反向程序一般有3种机动飞行方法，每种方法都有自身的空域特点：

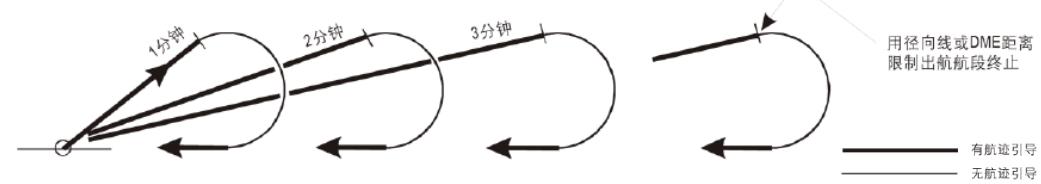
A. 45°/180° 程序转弯



B. 80°/260° 程序转弯

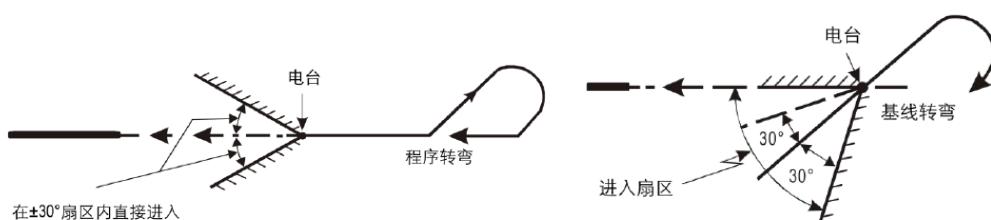


C. 基线转弯



三、反向程序的进入扇区

如图2所示，除非程序规定了有特殊的进入限制，反向程序必须在反向程序的出航航迹两侧 $\pm 30^{\circ}$ 以内进入。但是对基线转弯而言，如果 $\pm 30^{\circ}$ 的直线进入扇区不包括入航航迹的反方向，则进入扇区应扩大至包括入航航迹的反方向在内。



(转下一页)

7.7.2 起始进近航段的机动类型

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.2.2 反向程序 (2/2)

知识掌握程度:

- 了解反向程序的特点;
- 掌握3种不同类型的反向程序;
- 理解反向程序对于进入扇区的限制;
- 掌握反向程序对于下降的要求;
- 理解反向程序的其他限制。

(接上一页)

四、反向程序的下降

执行反向程序时,航空器必须飞越定位点或电台,而后按规定的出航航迹飞行,并按需下降至程序高度/高,但是该高度不能低于这一航段上的最低安全高度。如果规定了入航转弯以后需进一步下降,则必须在航空器已建立在入航航迹以后才可以下降。航空器被认为“已建立入航航迹”的前提是:

- a) ILS和VOR进近时,航道指示在1/2满刻度偏移内;
- b) NDB进近时,在规定的方位的±5°以内。

执行反向程序或直角航线程序时,规定的最大/最小下降率如下表所示:

	飞机类别	最大下降率	最小下降率
出航航迹	A/B类	245m/min(805ft/min)	N/A
	C/D/E/H类	365m/min(1197ft/min)	N/A
入航航迹	A/B类	200m/min(655ft/min)	120m/min(394ft/min)
	H类	230m/min(755ft/min)	N/A
	C/D/E类	305m/min(1000ft/min)	180m/min(590ft/min)

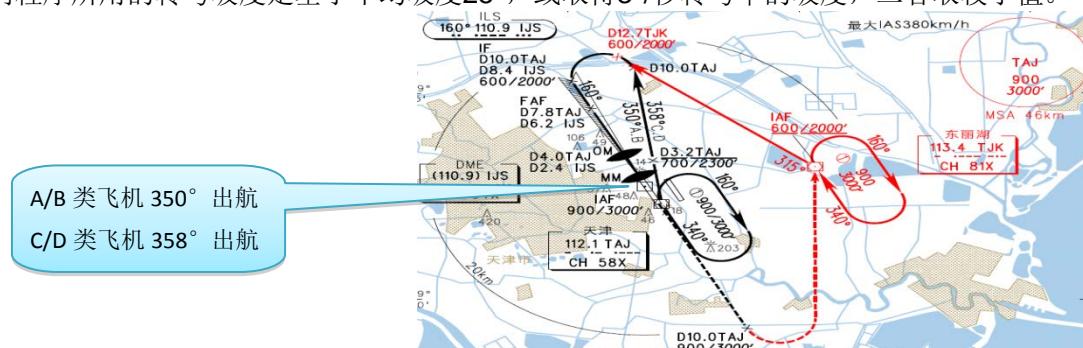
五、反向程序的其他限制

在实际应用中,为不同的航空器类别设计的基线转弯程序可以规定不同的出航航迹和计时,并在公布的程序中说明。

为了保持航空器在所提供的空域内,执行反向程序时,要严格遵守规定的飞行方向和时间。

在航空器分类的限制之外可规定一个速度限制代替航空器分类。规定的速度必须不超过为保护航空器保持在保护区限制之内的速度。

反向程序所用的转弯坡度是基于平均坡度25°,或取得3°/秒转弯率的坡度,二者取较小值。



思考题:

实施基线转弯程序时应注意哪些限制?

7.7.2 起始进近航段的机动类型

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.2.3 直角航线程序

知识掌握程度:

- 了解直角航线程序的特点;
- 掌握直角航线程序的进入方法;
- 理解出航计时的方法;
- 理解入航转弯的要求;
- 了解直角航线程序的其他限制。

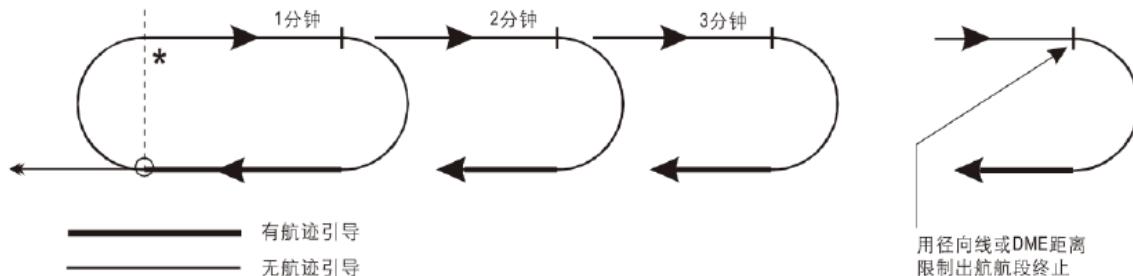
知识要点:

一、直角航线程序的定义

直角航线程序包括从入航航迹飞越电台或者定位点后, 180° 转弯至出航航迹, 飞行1、2或者3分钟; 而后向相同的方向 180° 转弯至入航航迹。

在出航段作为计时的备用方法可以是一个DME距离或者侧方交叉径向/方位以限制出航航段的长度。

所需的空域大于反向程序, 且飞行时间更长。



二、直角航线程序的进入

直角航线程序允许全向进入, 除以下不同, 其进入程序与等待程序的进入方法类似:

- 1、从第2扇区偏置进入, 在 30° 偏航迹上飞行1分30秒, 以后驾驶员应转至平行出航航迹飞行剩余的飞行时间。如果出航时间规定为1分钟, 则在 30° 偏置航迹上也必须飞行1分钟;
- 2、从第1扇区平行进入, 转弯切回入航航迹时, 不得直接飞向电台, 必须先切回入航航迹;
- 3、所有机动飞行应尽可能在直角航线一侧进行。

三、出航计时

(1) 如果直角航线程序开始点为电台, 则出航计时从航空器正切电台或转弯到出航航向, 二者发生较晚者开始;

(2) 如果直角航线程序开始点为一个定位点, 则出航计时从航空器转弯到出航航向时开始;

四、入航转弯

在直角航线出航边飞行时, 入航转弯应开始于计时飞行结束(修正风的影响)或到达规定的DME弧或到达规定的径向/方位限制线, 以出现较早者为准。

五、其他说明

执行直角航线程序时, 对于速度、坡度以及下降的相关限制和要求与反向程序相同。

思考题:

实施直角航线程序时应注意哪些事宜?

7.7.2 起始进近航段的机动类型

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.2.4 推测航迹程序 (1/2)

知识掌握程度:

理解DR程序的含义;
掌握DR程序的结构及其特点。

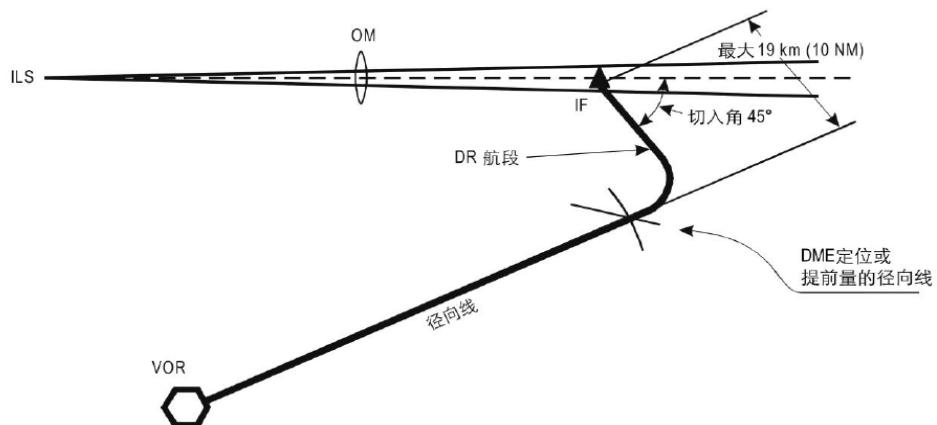
知识要点:

一、推测航迹 (DR) 程序

如果能取得运行上的便利, ILS进近中, 在起始进近航段切入中间进近航段 (航向道) 之前, 采用一段推测航迹 (DR) 的进近程序。

DR程序切入航向道的角度为 45° , 推测航段的长度不超过19km (10NM)。切入点即为中间进近航段的开始点, 并保证切入航向道后能正确截获下滑道。

在推测航段上, 不提供航迹引导, 飞行员以航向保持方式飞行。



二、推测航迹程序的结构

(1) U型程序: 在DR航段之前的转弯和切入IF处的转弯方向相同, 用于反向进入, 可以避免做反向程序和直角航线程序那样大量的机动飞行, 节省时间和空域, 飞行操作简便。

(2) S型程序: 在DR航段之前的转弯和切入IF处的转弯方向相反, 用于顺向进入, 可以减小由起始进近切入ILS航道的角度, 降低飞机偏离 (穿越) ILS航道的可能性。

可以设计出不同长度的推测航迹, 以供同时达到终端区的快速和慢速飞机飞行, 特别有利于空中交通管制员通过雷达引导对航空器实施合理的调配, 增大流量, 空中交通较繁忙的机场应尽可能的建立DR程序。

(转下一页)

7.7.2 起始进近航段的机动类型

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.2.4 推测航迹程序 (2/2)

知识掌握程度:

理解DR程序的含义;
掌握DR程序的结构及其特点。

(接上一页)



思考题:

推测领航程序中的推测航段的飞行是如何实施的?

7.7.3 最后进近航段

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

- 理解直线进入着陆和盘旋进近着陆的含义和区别;
- 掌握最后进近航段的下降梯度;
- 掌握外指点标/DME定位点在精密进近中的作用;
- 理解决断高度/高 (DA/H) 的确定方法。

知识要点:

一、最后进近类型

最后进近航段是沿着着陆航迹下降和完成对准跑道进行着陆的航段，根据为其提供引导的设备类型和精度的不同，包括：

- 1、非精密进近 (NPA)，有或没有最后进近定位点 (FAF)；
- 2、类精密进近 (APV)；
- 3、精密进近 (PA)。

二、非精密进近的最后进近航段

1、航迹对正

最后进近航段必须提供航迹引导，其飞行航迹应尽可能与跑道中线延长线相一致。

当由于导航台的位置或障碍物的原因，最后进近航迹无法与跑道中线延长线相一致时，如果最后进近航迹与跑道中线的交角等于或小于 30° ，则可向跑道作直线进入着陆（直线进近）；否则应向机场作盘旋进近着陆（目视盘旋）。

2、下降梯度

最后进近航段的最佳下降梯度为5.2%或 3° 下滑角；

最后进近使用的下降梯度应在仪表进近图中予以公布，飞行员必须控制航空器按照公布的下降梯度下降；

如果有适当的DME台提供距离信息，还应公布一组最后进近航段的高度与DME距离的对应数据，以便飞行员在最后进近过程中检查航空器是否在规定的下降航迹上。

三、精密进近的最后进近航段

1、最后进近点 (FAP)

最后进近航段从最后进近点 (FAP) 开始，航空器在该点以中间进近高度/高截获标称下滑道。

2、外指点标/DME定位点

在最后进近航段上的外指点标或等效的DME定位点，通过对比在该点处的下滑道与高度表，来验证下滑道的工作状态。在飞越该点之前，不得下降到该点处规定的穿越高度/高以下。

在进近过程中，一旦发现下滑道不工作，则程序就变成了非精密进近，应使用公布的适用于下滑道不工作时的OCA/OCH和相应程序。

3、决断高度/高 (DA/H) 的确定

精密进近的最低标准是决断高度/高 (DA/H)，由最低超障高度/高 (OCA/H) 加上一些运行因素而得到，其数值按程序设计的航空器分类公布在仪表进近图上。

程序设计专家在计算程序的OCA/H时，除了考虑ILS/MLS/GBAS装备的物理特性外，还要考虑进近区和复飞区的障碍物。计算的OCA/H是最高的进近障碍物或当量复飞障碍物的高，加上航空器分类相关的余度得到的。在评估这些障碍物时，还考虑到运行上各种不同的航空器类别、进近耦合、运行分类和复飞爬升性能。

思考题:

精密进近程序中为什么要设置外指点标？

7.7.4 复飞航段 (1/2)

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

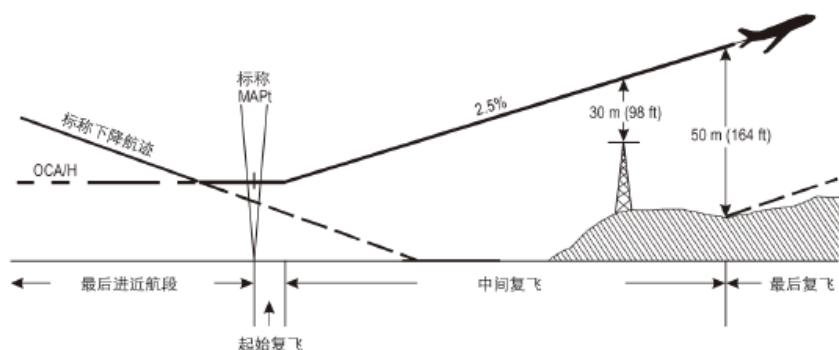
知识掌握程度:

- 理解复飞航段设计的基本准则;
- 掌握复飞航段对起点和终点的要求;
- 掌握复飞爬升梯度的要求;
- 掌握复飞航段的各种飞行方法。

知识要点:

一、总则

- 在仪表进近程序的复飞航段上, 驾驶员要完成航空器构形、姿态和高度改变的任务。因此复飞程序应尽可能简单, 并包括三个阶段(起始、中间和最后)。



- 起始复飞阶段: 从复飞点 (MAPt) 开始, 至建立爬升的一点 (起始爬升点 (SOC)) 终止。在这个阶段, 要完成从进近下降状态到复飞爬升状态的过渡, 航空器的速度小、高度低, 需要驾驶员集中注意力操作航空器, 特别在建立爬升和改变外形, 并且假定在这些操作过程中不能完全使用引导设备, 所以在这个阶段不规定转弯。
- 中间复飞阶段: 开始于SOC, 沿着直线继续爬升, 延伸至取得并能保持50m超障余度的第一点; 中间复飞航迹可以从起始复飞航迹改变最大15°; 在这一阶段假定航空器将开始航迹修正。
- 最后复飞阶段: 从取得并能保持50m超障余度的第一点开始, 一直延伸至复飞结束。在这个阶段可规定转弯。

- 每个仪表进近必须设计一个复飞程序, 且只准公布一种复飞程序, 并为整个复飞机动飞行提供防止与障碍物相撞的安全保护。

- 程序要求驾驶员按公布的复飞程序飞行。如果在到达复飞点 (MAPt) 之前开始复飞, 则为了使航空器保持在保护空域内, 要求驾驶员飞至复飞点 (或至精密进近程序的中指点标定位点/规定的DME距离), 然后再遵照复飞程序执行飞行。

二、复飞程序的起点与终点

- 复飞程序必须规定一个点为复飞程序的开始和一个点为复飞程序的终点。
- 在精密进近程序中, 复飞的开始应不低于决断高 (DA/H); 在非精密进近程序中, 应在复飞点以不低于最低下降高度/高 (MDA/H) 开始复飞。
- 程序中复飞点可以是:
 - APV或精密进近中, 电子下滑道与适用DA/H的交点;
 - 非精密进近中, 导航台、定位点或距最后进近定位点 (FAF) 规定的DME距离。
- 复飞程序终止的高度 / 高必须足以允许开始另一次进近, 或回到指定的等待航线, 或重新开始航线飞行。

(转下一页)

7.7.4 复飞航段 (2/2)

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

- 理解复飞航段设计的基本准则;
- 掌握复飞航段对起点和终点的要求;
- 掌握复飞爬升梯度的要求;
- 掌握复飞航段的各种飞行方法。

(接上一页)

三、复飞梯度

- 1、复飞的标称爬升梯度为2.5%;
- 2、如果能提供必要的测量和安全保护，也可使用2%的爬升梯度;
- 3、在航空器的爬升性能允许并由此而取得运行上的利益时也可使用3%、4%或5%的爬升梯度;
- 4、当设计复飞程序所用的梯度不是标称梯度时，必须在仪表进近图中说明。在标明使用具体梯度的OCA / H以外，还应标明使用标称梯度的OCA / H。
- 5、必须特别强调的是，以标称爬升梯度2.5%设计的复飞程序，不能用于所有在或接近最大允许全重和发动机失效的飞机。这种飞机在复飞区有障碍物的机场飞行必须特别考虑，可能要规定一个特殊程序，要增加决断高度/高 (DA/H) 或最低下降高度/高 (MDA/H)。

四、复飞航段的类型

复飞按其飞行方法可分为:

1、直线复飞

航空器在复飞时不需要改变航线或需要转弯，但转弯角度不大于15°的复飞程序。

2、指定点转弯复飞

要求航空器在一个电台或一个定位点开始转弯，以便进入下一个飞行段的复飞程序。

3、指定高度转弯复飞

要求航空器在按指定的梯度爬升到一个指定的高度方可开始转弯，进入下一个飞行段的复飞程序。

4、立即转弯复飞

要求航空器一旦建立爬升状态便开始转弯，进入下一个飞行段的复飞程序。

思考题:

采用非标称梯度设计的复飞航段，在航图上如何公布OCA/H?

7.7.5 仪表进近图

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.5.1 基本准则 (1/2)

知识掌握程度:

- 了解仪表进近图所包含的信息内容;
- 理解仪表进近程序识别信息的含义与使用;
- 掌握航图上的高度表达方式。

知识要点:

一、基本准则

每个公布了仪表进近程序的机场都应发布仪表进近图。在不会造成使用者误解的前提下，一张仪表进近图上可以包含多个仪表进近程序。

通常，仪表进近图上提供的信息包括：

- 仪表进近程序的识别信息；
- 进近和复飞程序的平面图；
- 进近和复飞程序的剖面图；
- 必要的等待程序；
- 仪表进近、复飞和等待程序使用导航设施详情；
- 必要的机场以及地形信息；
- 通信信息；
- 扇区最低安全高度
- 机场在各种条件下的着陆最低天气标准；
- 仪表进近程序中如果规定了相应的速度限制，则在仪表进近图上应清晰标明。。

二、仪表进近程序的识别信息

1、基本规则

仪表进近程序的识别信息以最后进近航段的水平导航设施的类型加所使用的跑道编号进行命名。例如，“ILS RWY18”表示仪表进近图上描绘的是18号跑道的ILS进近程序。

如果最后进近航段的水平导航使用了2中导航设施，则进近程序的识别信息以最后使用的导航设施进行命名。

例如，FAF位于NDB上空，最后进近航迹由VOR台引导，则仪表进近图上程序识别信息应该命名为“VOR RWY18”；但如果FAF位于VOR上空，最后进近航迹由NDB台引导，则仪表进近图上程序识别信息应该命名为“NDB RWY18”。

2、额外的导航设施

除最后进近航段的水平导航设施以外，如果实施仪表进近程序需要额外的导航设施来定义定位点或航线结构，相应的信息应包含在仪表进近图的平面图上，不体现在仪表进近程序的识别信息中。

3、多个进近程序在同一张图上

在运行上便利时，可以将不同导航设施引导的进近程序描绘在同一张仪表进近图上，则航图上的仪表进近程序识别信息应包括所有提供最后进近航段水平导航的设施类型，各导航设施类型之间用“或”字隔开。

例如，“ILS或NDB RWY35”表示仪表进近图上同时描绘了35号跑道的ILS进近程序和NDB进近程序。

为了避免使用混淆，同一张图上不得标绘超过三种类型的仪表进近程序。

(转下一页)

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.1 基本准则（2/2）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

了解仪表进近图所包含的信息内容；

理解仪表进近程序识别信息的含义与使用；

掌握航图上的高度表达方式。

（接上一页）

4、同一机场相同类型进近程序的识别

如果同一个机场的同一条跑道公布了两个或两个以上相同类型导航设施引导的不同的最后进近航段，则在无线电导航设施类型之后加上一个从“Z”开始编号的字母作为后缀。

例如，“VOR Z RWY 20”和“VOR Y RWY 20”，表示20号跑道2个不同的VOR进近程序发布在2张仪表进近图上，在使用时应根据每个仪表进近程序的适用条件选择本次飞行应使用的航图。

5、附加说明

如果执行图中仪表进近程序过程中，需要其他导航设施或限制条件，且在仪表进近程序的识别信息中未提及的，应在航图的标注项中提供附加说明。例如：

执行进近程序所需的所有导航设备，且在程序识别中未提及的，应在航图的标注项中标明。例如：

- NDB进近中要求使用VOR，则注明“要求有VOR”；
- NDB进近时需要两套ADF，则注明“要求有两套ADF”；
- 注明“从XXX NDB台入航，在中间点切换至YYY NDB台”，说明导航设施切换的特殊要求；
- VOR/DME进近中必须使用DME时，注明“要求有DME”。

三、高度的表达方式

航图上高度/飞行高度层的表达方式如下表所示：

高度/飞行高度层“窗口”	<u>17000</u>	<u>FL220</u>
	<u>10000</u>	<u>10 000</u>
“最低”高度/飞行高度层	<u>7000</u>	<u>FL60</u>
“最高”高度/飞行高度层	<u>5000</u>	<u>FL50</u>
“强制性”高度/飞行高度层	<u>3000</u>	<u>FL30</u>
“建议”高度/飞行高度层	<u>5000</u>	<u>FL50</u>
“预计”高度/飞行高度层	预计 5000	预计 FL50

思考题：

仪表进近程序识别信息“NDB/DME X RWY 25L”代表什么含义？

7.7.5 仪表进近图

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.5.2 基本布局 (1/2)

知识掌握程度:

掌握仪表进近图的基本布局。

知识要点:

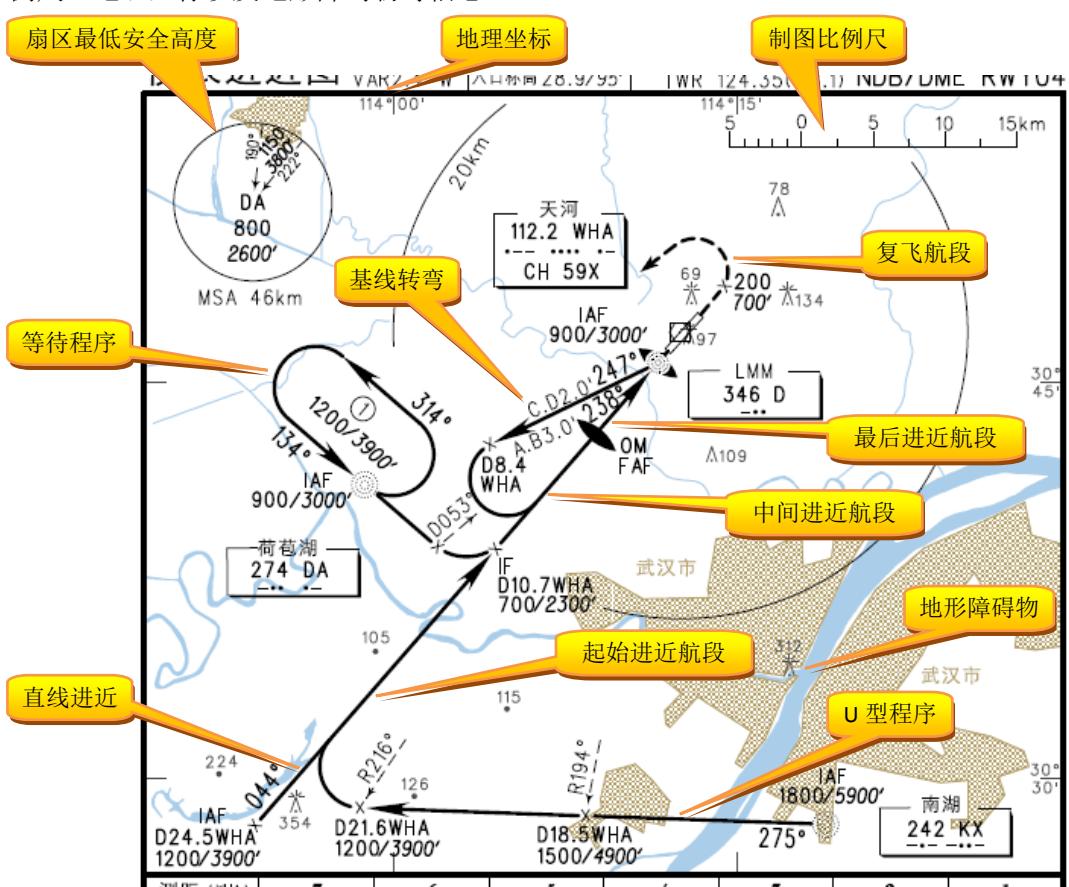
一、标题部分

标题部分包含仪表进近图的基本标识和程序代码以及机场标高、磁差以及相应的通信信息。



二、平面图部分

平面图部分描述仪表进近程序的平面布局，包含从起始进近定位点开始到复飞航段完整的仪表进近程序，以及必要时应公布的等待程序。此外，平面图部分还包含扇区最低安全高度、制图比例尺、地理坐标以及地形障碍物等信息。



(转下一页)

7.7.5 仪表进近图

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.5.2 基本布局 (2/2)

知识掌握程度:

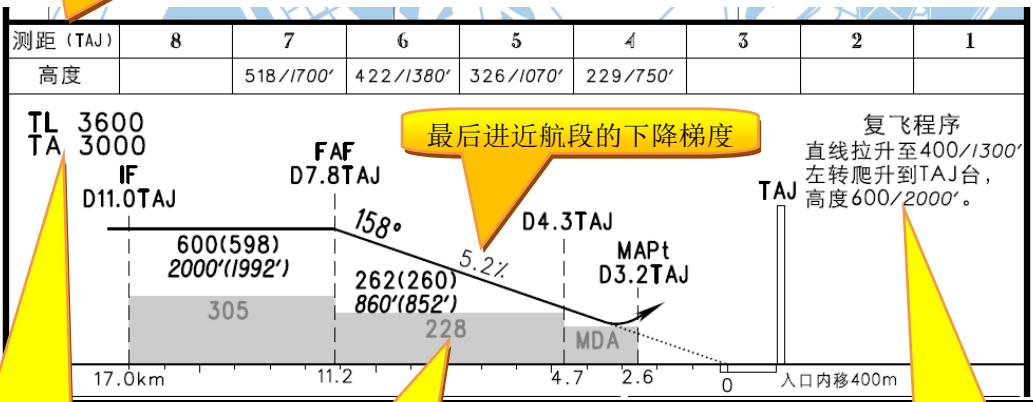
掌握仪表进近图的基本布局。

(接上一页)

三、剖面图部分

剖面图部分描述仪表进近程序的侧视图布局, 标绘仪表进近程序实施过程中的下降剖面, 包含仪表进近程序各重要节点的位置、最低下降高度和最低超障高度、最后进近阶段的下滑角或下降梯度、过渡高度和过渡高度层以及复飞程序的完整文字描述。此外, 如有适当的DME台, 还可以包含一组DME距离与建议的下降高度对照表, 用于非精密进近程序下降过程中的高度参考。

DME 距离与建议下降高度对照表



四、最低着陆标准及其他

剖面图下方是仪表进近和目视盘旋的最低着陆标准, 以表格的形式分别列出不同类别航空器在执行不同飞行程序时所要求的最低着陆标准, 包含最低下降高度/高或决断高度/高、能见度或跑道视程。

在最低着陆标准右侧为换算表, 给出最后进近定位点到复飞点的距离以及在对应地速下所需飞行时间和推荐下降率, 供执行程序时参考。

此外, 还包括本次修订内容、修订时间、航图索引号等修订信息。

	A	B	C	D	FAF-MAPt 8.6km						
VOR/DME MDA(H) VIS	170(168) 560'(1550') 2400				地速 kt km/h	80 150	100 185	120 220	140 260	160 295	180 335
盘旋 MDA(H) VIS	178(174) 590'(1570') 2500				时间 min:sec	3:29	2:47	2:19	1:59	1:44	1:33
修改: 扇区											
最低着陆标准								换算表			

2015-5-15 EFF 2015-6-25 中国民用航空局 CAAC ZBTJ-6A

航图出版日期

航图生效日期

本次修订内容

航图索引号

思考题:

仪表进近图中的最低着陆标准如何解读?

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.3 NDB进近 (1/3)

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

了解 NDB 进近的特点;
掌握 NDB 进近图的布局和信息解读。

知识要点:

一、NDB进近的特点

NDB进近仅提供水平航迹引导，不提供垂直引导，属于非精密进近。

由于所需导航设施较少，且可以利用安装在机场附近的NDB台，属于比较经济和利于维护的进近程序，对用于偏远地区或交通流量较小的仪表运行机场，多采用直线或沿DME弧进近和反向程序。

由于导航精度较差，且没有垂直引导，不利于飞行员的操纵。

二、NDB进近样例解读

标注1: 机场磁差为1° 东;

标注2: 分别提供机场标高和26号跑道的入口标高，直接进入着陆和目视盘旋的MDH使用的高度基准面不同；

标注3: 通信信息，敦煌机场塔台管制的频率为130.0，括号中的118.6为备用频率；

标注4: 进近程序识别信息，本程序为26号跑道NDB/DME进近程序；

标注5: 机场所在地名和机场名，如两者一致，直接给出地名；

标注6: 平面图，给出仪表进近程序各航段的平面布局；

标注7: 最低扇区高度，以敦煌VOR/DME (DNH) 为中心，46km为半径划分为南北2个扇区，分别提供扇区内的最低安全高度；

标注8: 速度限制，执行本程序过程中，起始进近航段的最大指示空速不得超过380km/h；

标注9: 20km范围轮廓线，不具备航行意义，仅用于帮助飞行员在进近过程中建立正确的情景意识；

标注10: NDB与中指点标安装在同一位置，导航设施名称为“LMM”，识别标志/呼号为“G”，频率为427khz，为最后进近航段提供航迹引导，也是本程序的主用导航设施；

标注11: VOR/DME台，导航设施名称为“敦煌”，识别标志/呼号为“DNH”，频率为115.5mhz，DME所在波道为“102X”，本程序中VOR/DME主要用于确定各点的定位信息，不提供航迹引导；

标注12: 沿DME弧进近，在起始进近过程中，航迹保持在敦煌VOR/DME台的D13.5距离弧上；

标注13: 沿DME弧进近的IAF（起始进近定位点），位于敦煌VOR/DME台9°径向线和15.5海里DME弧的交点处，程序建议飞越该点的高度为2700米（8900英尺），飞机到达IAF点后，转弯切入D13.5距离弧，开始起始进近航段；

标注14: 直线进近的IAF，位于敦煌VOR/DME台81°径向线和20.0海里DME弧的交点处，程序建议飞越该点的高度为2700米（8900英尺），飞机到达IAF点后，沿257°航道直线飞向IF；

标注15: 基线转弯程序的IAF，位于NDB G上空，程序建议飞越该点的高度为2400米（7900英尺），飞机到达IAF点后，转弯到出航航向，开始执行基线转弯程序；

标注16: 基线转弯的出航边，A/B类飞机的出航航向为77°，C/D类飞机的出航航向为69°；

标注17: 基线转弯的出航末端限制，出航飞行过程中，当DNH台提供的DME距离达到D11.5时，出航飞行结束，开始入航转弯；基线转弯的出航边应下降高度，程序建议在出航末端应下降到2100米（6900英尺）；

标注18: 前置方位线，为保证平滑顺畅的切入中间进近航段而规定的转弯提前量，在沿DME弧进近时，一旦截获NDB G的256°方位信息，就应该开始转弯飞向IF；

标注19: 里程分段点，用于定义在沿DME弧进近时的特殊高度限制，在截获VOR/DME DNH的100°径向信息以前，不得下降到2400米（7900英尺）以下，地理坐标用于在导航数据库中标识该点的位置；

(转下一页)

7.7.5 仪表进近图

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.5.3 NDB 进近 (2/3)

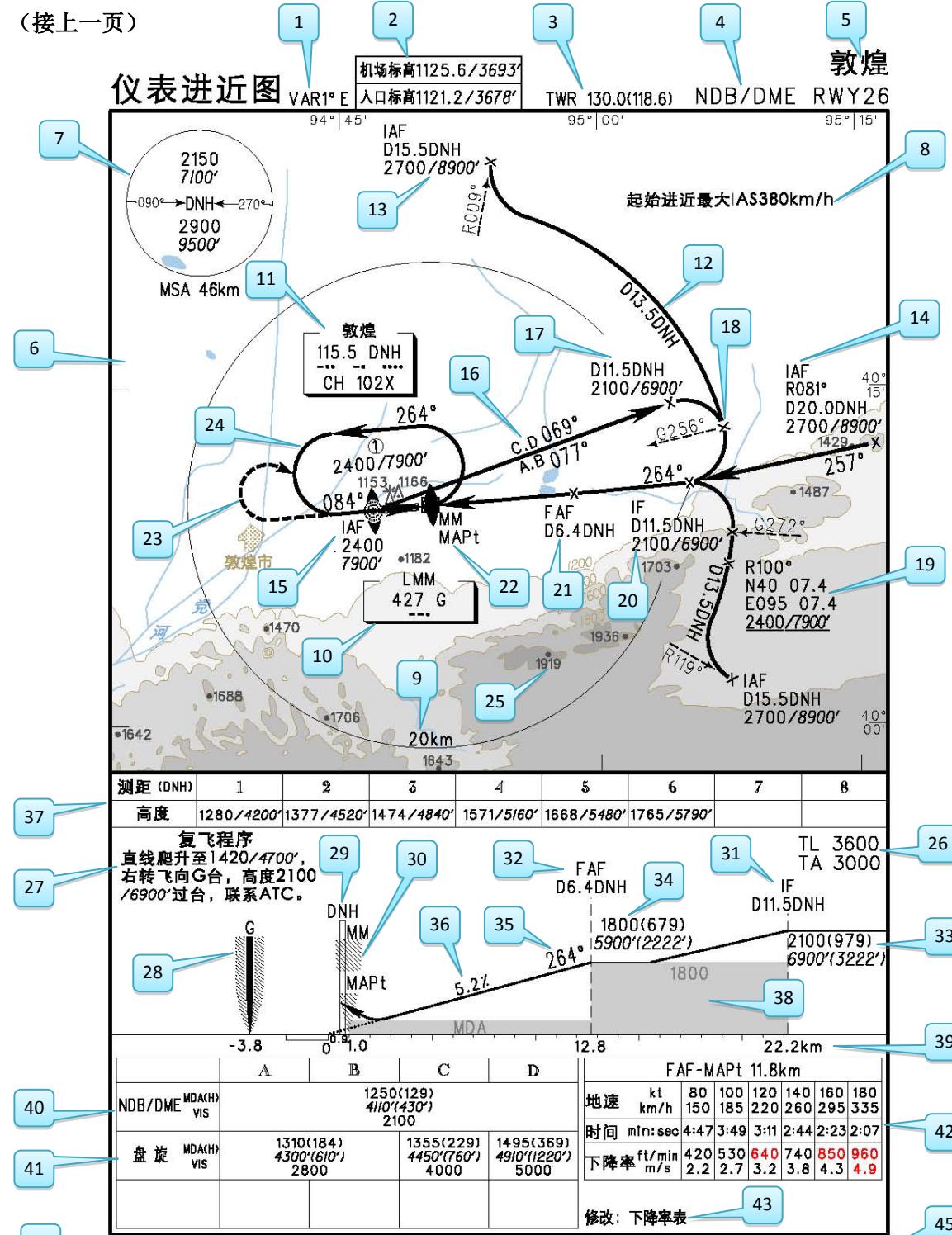
知识掌握程度:

了解 NDB 进近的特点;

掌握 NDB 进近图的布局和信息解读。

(接上一页)

敦煌
仪表进近图 VAR1° E
机场标高1125.6/3693' 入口标高1121.2/3678'
TWR 130.0(118.6) NDB/DME RWY26



44

(转下一页)

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.3 NDB进近（3/3）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

了解 NDB 进近的特点；
掌握 NDB 进近图的布局和信息解读。

（接上一页）

标注20: IF（中间进近定位点），位于NDB G的264° 方位线与VOR/DME DNH的D11.5距离弧的交点处，程序建议飞越该点的高度为2100米（6900英尺），飞机到达IF点后，切入指定的NDB方位线，开始执行中间进近；

标注21: FAF（最后进近定位点），保持在NDB G的264° 方位线飞行，当VOR/DME DNH的DME 距离显示为6.4海里，则到达FAF；在FAF点处的高度要求应参阅剖面图；

标注22: MAPt（复飞点），位于中指点标MM处，75mhz指点标无需标注频率信息，程序规定的最低下降高度/高应参阅最低着陆标准；

标注23: 复飞程序，虚线代表复飞程序的平面图，详细的复飞信息应参阅剖面图；

标注24: 等待程序，等待定位点为中指点标MM，左转弯非标准等待，出航航向264°，出航时间1分钟，最低等待高度为2400米（7900英尺）；在基线转弯的30°进入扇区以外的进场的飞机，通常应先加入等待程序，从等待程序改出后，再执行基线转弯；

标注25: 障碍物信息，包括人工参考点、河流、城市以及地形等高线、最高点的标高（米）；

标注26: TL（过渡高度层）和TA（过渡高度），单位为米；

标注27: 复飞程序的文字描述，给出完整的复飞程序；

标注28: 剖面图上的LMM，给出位置和识别标志，频率和名称信息应参阅平面图；

标注29: 剖面图上的VOR/DME，给出位置和识别标志，频率和名称信息应参阅平面图；

标注30: 剖面图上的MM和MAPt；

标注31: 剖面图上的交叉定位点IF，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注32: 剖面图上的交叉定位点FAF，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注33: IF点处程序建议高度/高，2100米为高度，括号中的979米为相对高，斜体字为英尺；

标注34: FAF点处程序建议高度/高，1800米为高度，括号中的679米为相对高，斜体字为英尺；

标注35: 最后进近航道为264°；

标注36: 最后进近航段的下降梯度为5.2%；

标注37: 用DME距离规定的下降高度信息，用于帮助飞行员在没有下滑引导的条件下，根据表格中给出的程序建议高度，判读和调整最后进近航段的下降；

标注38: 阴影区表示该航段的超障区域，未建立目视以前，不得下降到该高度以下；

标注39: 以跑道入口为原点的距离坐标，用于描述仪表进近程序中各定位点和导航设施与跑道的相对位置关系；

标注40: NDB/DME进近的最低天气标准，A/B/C/D类飞机采用同一标准，最低能见度不少于2100米，MDA为1250米，MDH为129米，NDB进近针对26号跑道运行，MDH的基准面为跑道入口标高；

标注41: 目视盘旋进近的最低天气标准，A/B飞机采用同一标准，C类和D类飞机分别适用不同标准；以C类飞机为例，实施目视盘旋所需的能见度不少于4000米，MDA为1355米，MDH为229米；由于目视盘旋后可能在机场内的多条跑道着陆，不针对特定跑道，MDH的基准面为机场标高；

标注42: 地速-时间-下降率信息参考表，表中列出FAF与MAPt之间的距离为11.8km，对应不同地速的条件下，从FAF到MAPt的飞行时间，以及可以保持最后进近航段稳定下降的建议下降率；

标注43: 本次修订的内容；

标注44: 航图生效日期；

标注45: 航图发布日期；

标注46: 航图索引号，由机场的四字地名代码和航图编号构成。

思考题：

NDB进近MDH与目视盘旋进近MDH的含义有何区别？

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.4 VOR进近 (1/3)

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度:

了解 VOR 进近的特点;
掌握 VOR 进近图的布局和信息解读。

知识要点:

一、VOR进近的特点

VOR进近仅提供水平航迹引导，不提供垂直引导，属于非精密进近。

VOR台比NDB台的精度更高，与DME台配合使用，可以方便的定义终端区内所需的定位点；同样可以利用安装在机场附近的VOR台提供多种形式的进近程序，无论是偏远机场还是流量较大的机场，都可以方便的利用VOR设备提供仪表进近所需的导航。

我国大部分机场都公布了VOR进近程序。

值得注意的是，部分机场内的VOR台被安装在跑道侧面，导致以VOR台做航迹引导的最后进近航段未能完全对正跑道，在执行VOR进近过程中，飞行员取得足够的目视参考后，应调整飞机位置以对正跑道，完成下降着陆。

二、VOR进近样例解读

标注1: 机场磁差为6° 西；

标注2: 分别提供机场标高和34L号跑道的入口标高，直接进入着陆和目视盘旋的MDH使用的高度基准面不同；

标注3: 通信信息，由上至下按照使用顺序排列；ATIS频率用于收听机场的非管制信息；进近管制（APP）分为01号和02号两个扇区，根据飞机所在扇区确定使用频率；塔台管制（TWR）频率用于最后进近下降着陆；括号中的频率均为备用频率；实际飞行中使用的通信频率，应由管制员在进行管制移交时通知飞行员；

标注4: 进近程序识别信息，本程序为34L跑道VOR/DME进近程序；

标注5: 机场所在地名和机场名的简写，机场所在地为“天津”，机场名为“滨海”，机场全称为“天津滨海国际机场”；

标注6: 最低扇区高度，以天津VOR/DME（TAJ）为中心，46km为半径划分扇区，由于天津整体平坦，主要障碍物为人工参考点，随着新增建筑物的出现，天津机场于2015年5月将扇区由原来的2个扇区调整为最低安全高度为900m的1个扇区；

标注7: 速度限制，执行本程序的全过程中，飞机的最大指示空速不得超过380km/h；

标注8: 线段比例尺，仪表进近图的平面图应按比例尺绘制；

标注9: 20km范围轮廓线，不具备航行意义，仅用于帮助飞行员在进近过程中建立正确的情景意识；

标注10: VOR/DME台，导航设施名称为“天津”，识别标志/呼号为“TAJ”，频率为112.1mhz，DME所在波道为“58X”，为最后进近航段提供航迹引导，也是本程序的主用导航设施；

标注11: 基线转弯程序的IAF，位于VOR/DME TAJ上空，程序建议飞越该点的高度为900米（3000英尺），飞机到达IAF点后，转弯到出航航向，开始执行基线转弯程序；

标注12: 基线转弯的出航边，A/B类飞机的出航航向为157°，C/D类飞机的出航航向为145°；

标注13: 基线转弯的出航末端限制，出航飞行过程中，当TAJ台提供的DME距离达到D7.4时，出航飞行结束，开始入航转弯；基线转弯的出航边应下降高度，程序建议在出航末端应下降到600米（2000英尺）；

标注14: IF（中间进近定位点），位于VOR/DME TAJ的169°径向线与D7.4距离弧的交点处，程序建议飞越该点的高度为600米（2000英尺），飞机转弯切入指定的VOR径向线，开始执行中间进近；

标注15: FAF（最后进近定位点），保持在VOR/DME TAJ的169°径向线飞行，当DME距离显示为4.0海里，则到达FAF；在FAF点处的高度要求应参阅剖面图；

（转下一页）

7.7.5 仪表进近图

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

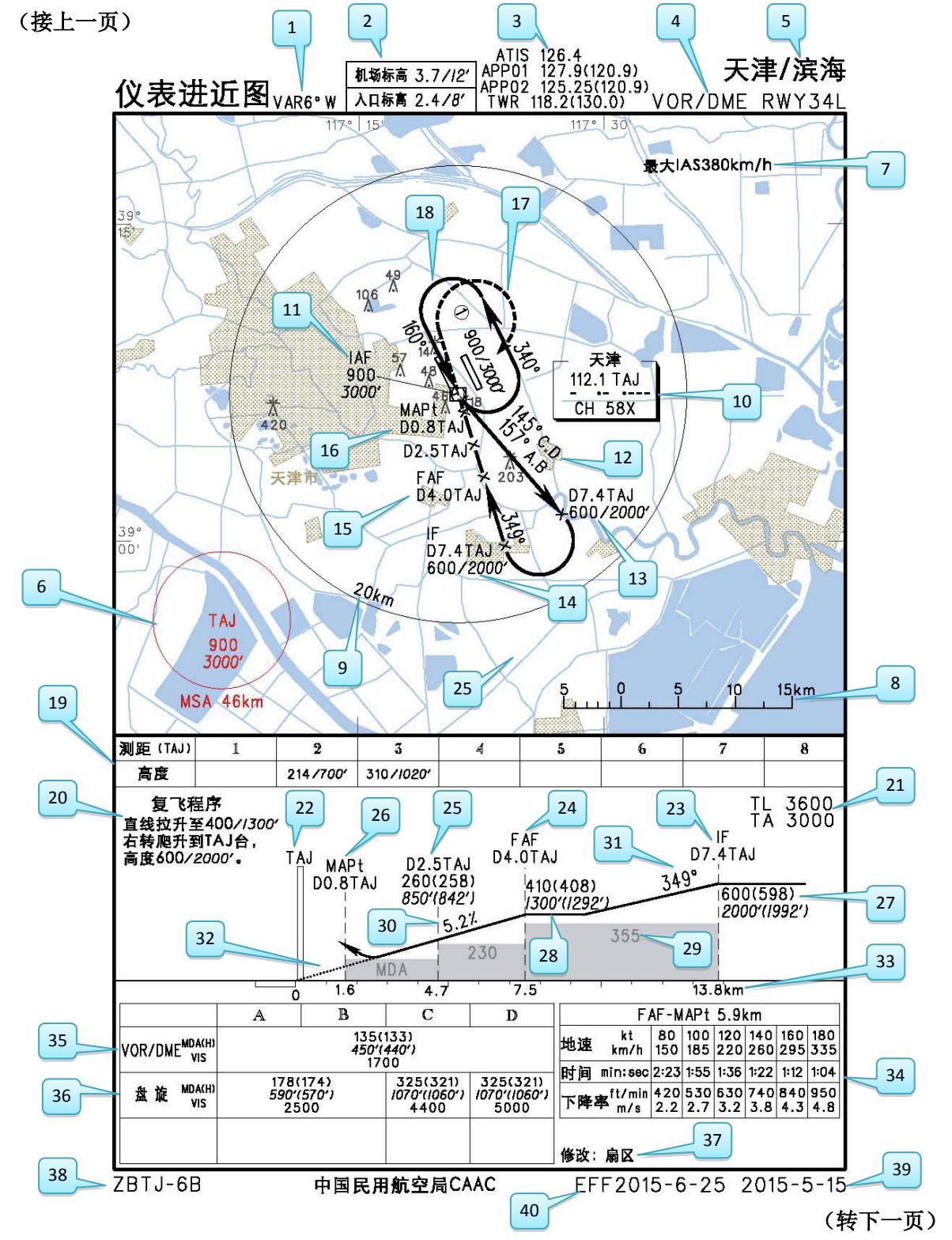
7.7.5.4 VOR 进近 (2/3)

知识掌握程度:

了解 VOR 进近的特点;

掌握 VOR 进近图的布局和信息解读。

(接上一页)



7.7.5 仪表进近图

7.7.5.4 VOR进近（3/3）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

了解 VOR 进近的特点；

掌握 VOR 进近图的布局和信息解读。

（接上一页）

标注16： MAPt（复飞点），位于VOR/DME TAJ的169° 径向线与D0.8距离弧的交点处，程序规定的最低下降高度/高应参阅最低着陆标准；

标注17： 复飞程序，虚线代表复飞程序的平面图，详细的复飞信息应参阅剖面图；

标注18： 等待程序，等待定位点为VOR/DME TAJ，左转弯非标准等待，出航航向340°，出航时间1分钟，最低等待高度为900米（3000英尺）；在基线转弯的30°进入扇区以外进场的飞机，通常应先加入等待程序，从等待程序改出后，再执行基线转弯；

标注19： 用DME距离规定的下降高度信息，用于帮助飞行员在没有下滑引导的条件下，根据表格中给出的程序建议高度，判读和调整最后进近航段的下降；

标注20： 复飞程序的文字描述，给出完整的复飞程序；

标注21： TL（过渡高度层）和TA（过渡高度），单位为米；

标注22： 剖面图上的VOR/DME，给出位置和识别标志，频率和名称信息应参阅平面图；

标注23： 剖面图上的交叉定位点IF，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注24： 剖面图上的交叉定位点FAF，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注25： 梯级下降定位点，在确认安全飞越该点以前，不得下降到260m（相对高258m）以下；

标注26： 剖面图上的交叉定位点MAPt，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注27： IF点处程序建议高度/高，600米为高度，括号中的598米为相对高，斜体字为英尺；

标注28： FAF点处程序建议高度/高，410米为高度，括号中的408米为相对高，斜体字为英尺；

标注29： 阴影区表示该航段的超障区域，最低超障高度为355米，未建立目视以前，不得下降到该高度以下；

标注30： 最后进近航段的下降梯度为5.2%；

标注31： 最后进近航道为349°；

标注32： 点虚线代表目视飞行航迹，表示最后进近航段建立目视以后的直线进入着陆航迹；

标注33： 以跑道入口为原点的距离坐标，用于描述仪表进近程序中各定位点和导航设施与跑道的相对位置关系；

标注34： 地速-时间-下降率信息参考表，表中列出FAF与MAPt之间的距离为5.9km，对应不同地速的条件下，从FAF到MAPt的飞行时间，以及可以保持最后进近航段稳定下降的建议下降率；

标注35： VOR/DME进近的最低天气标准，A/B/C/D类飞机采用同一标准，最低能见度不少于1700米，MDA为135米，MDH为133米，VOR/DME进近针对34L号跑道运行，MDH的基准面为跑道入口标高；

标注36： 目视盘旋进近的最低天气标准，A/B飞机采用同一标准，C类和D类飞机分别适用不同标准；以D类飞机为例，实施目视盘旋所需的能见度不少于5000米，MDA为325米，MDH为321米；由于目视盘旋后可能在机场内的多条跑道着陆，不针对特定跑道，MDH的基准面为机场标高；

标注37： 本次修订的内容；

标注38： 航图索引号，由机场的四字地名代码和航图编号构成。

标注39： 航图发布日期；

标注40： 航图生效日期，由于扇区划分方案的变更，直接影响飞行运行的安全与实施，因此需要规定明确的生效日期。

思考题：

参阅上图，如果飞机地速为120节，为保持最后进近航段连续稳定的下降，飞行员应采用的下降率是多少？

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.5 ILS进近（1/5）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

- 了解 ILS 进近的特点；
- 掌握 ILS 进近图的布局和信息解读。

知识要点：

一、ILS进近的特点

ILS进近不仅提供水平航迹引导，还提供垂直引导，属于精密进近。

II类以上ILS进近，飞行员需要经过培训并取得相应的资质后方可运行，本节知识点仅讨论I类ILS的运行

由于导航精度较高，且提供垂直引导，有利于飞行员在最后阶段实施稳定的进近着陆，我国有条件的机场都公布了ILS进近程序。

ILS系统的航向台（LOC）提供了中间和最后进近阶段的航迹引导，而进近的起始阶段则可以根据需要分别设计直线进近、沿DME弧进近、反向程序以及推测航迹程序等多种形式。

ILS系统的下滑台（GP）为最后进近航段提供垂直引导，当下滑台不工作时，则只能实施非精密进近（LOC进近）。

二、ILS进近样例解读

标注1：机场磁差为6° 西；

标注2：分别提供机场标高和34L号跑道的入口标高，直接进入着陆和目视盘旋的MDH使用的高度基准面不同；

标注3：通信信息，由上至下按照使用顺序排列；ATIS频率用于收听机场的非管制信息；进近管制（APP）分为01号和02号两个扇区，根据飞机所在扇区确定使用频率；塔台管制（TWR）频率用于最后进近下降着陆；括号中的频率均为备用频率；实际飞行中使用的通信频率，应由管制员在进行管制移交时通知飞行员；

标注4：进近程序识别信息，本程序为34L跑道ILS/DME进近程序，字母“z”表示本航图是34L跑道的第一张ILS/DME进近图，34L跑道还有其他ILS/DME进近图；

标注5：机场所在地名和机场名，机场所在地为“天津”，机场名为“滨海”，机场全称为“天津滨海国际机场”；

标注6：速度限制，执行本程序的全过程中，飞机的最大指示空速不得超过380km/h；

标注7：线段比例尺，仪表进近图的平面图应按比例尺绘制；

标注8：最低扇区高度，以天津VOR/DME（TAJ）为中心，46km为半径划分扇区，由于天津整体平坦，主要障碍物为人工参考点，随着新增建筑物的出现，天津机场于2015年5月将扇区由原来的2个扇区调整为最低安全高度为900m的1个扇区；

标注9：ILS系统，LOC的航道为340°，频率为110.5mhz，识别标志/呼号为“ICG”，为最后进近航段提供航迹引导，也是本程序的主用导航设施；

标注10：VOR/DME台，导航设施名称为“天津”，识别标志/呼号为“TAJ”，频率为112.1mhz，DME所在波道为“58X”，为本程序的起始进近航段提供航迹引导，为程序中的定位点提供定位信息；

标注11：DME台，识别标志“ICG”与LOC相同，DME所在波道为“42X”，括号中的频率110.5mhz与LOC相同。这是一个天线与LOC天线合装在一起的DME台，使用时，只要调谐到LOC的频率，即可接收DME的测距信息，为程序中的定位点提供定位信息；

标注12：外指点标OM，在ILS系统中配备OM，用于在最后进近下降中截获并稳定在下滑道上时，提醒飞行员检查下滑道的工作状态，确定继续执行精密进近还是仅参照LOC的非精密进近；

标注13：中指点标MM，在I类ILS系统中配备MM，用于提醒飞行员已到达或接近决断高度，需要确定继续进近着陆还是执行复飞；在GP不工作的LOC进近中，MM可作为MAPt使用；

（转下一页）

7.7.5 仪表进近图

备注: AC-91-FS-27 飞行程序

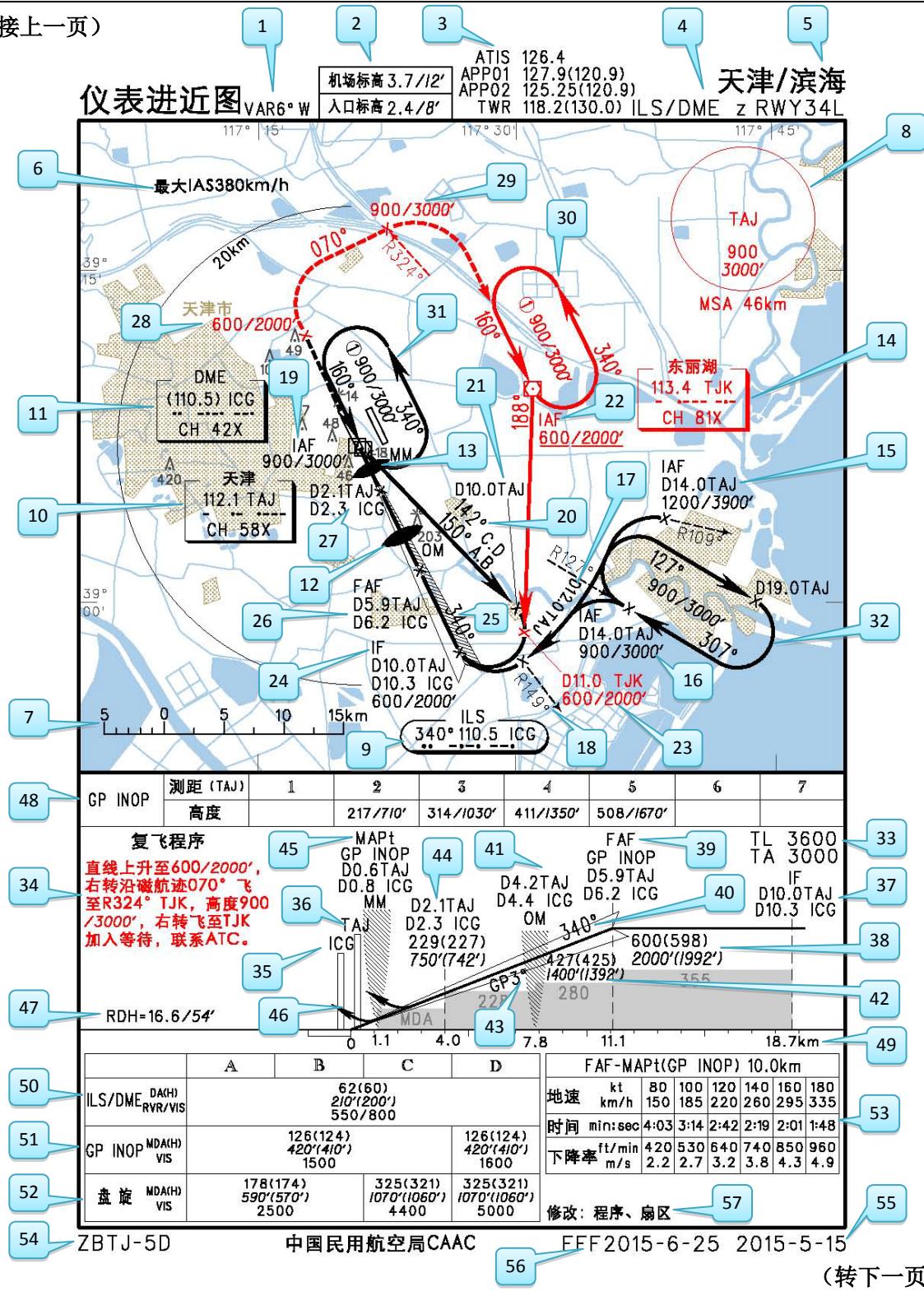
7.7.5.5 ILS 进近 (2/5)

知识掌握程度:

了解 ILS 进近的特点;

掌握 ILS 进近图的布局和信息解读。

(接上一页)



7.7.5 仪表进近图

7.7.5.5 ILS进近（3/5）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

- 了解 ILS 进近的特点；
- 掌握 ILS 进近图的布局和信息解读。

（接上一页）

标注14：VOR/DME台，导航设施名称为“东丽湖”，识别标志/呼号为“TJK”，频率为113.4mhz，DME所在波道为“81X”，为本程序的起始进近航段、复飞航段以及等待程序提供航迹引导，为程序中的定位点提供定位信息；

标注15：沿DME弧进近的起始进近定位点（IAF），位于VOR/DME TAJ的109°径向线和14.0海里DME弧的交点处，程序建议飞越该点的高度为1200米（3900英尺），飞机到达IAF点后，转弯切入D12.0距离弧，开始起始进近航段；

标注16：沿DME弧进近的IAF，位于VOR/DME TAJ的127°径向线和14.0海里DME弧的交点处，程序建议飞越该点的高度为900米（3000英尺），飞机到达IAF点后，转弯切入D12.0距离弧，开始起始进近航段；

标注17：沿DME弧进近，在起始进近过程中，航迹保持在VOR/DME TAJ的D12.0距离弧上；

标注18：前置径向线，为保证平滑顺畅的切入中间进近航段而规定的转弯提前量，在沿DME弧进近时，一旦截获VOR/DME TAJ的149°径向信息，就应该开始转弯飞向IF；

标注19：基线转弯程序的IAF，位于VOR/DME TAJ上空，程序建议飞越该点的高度为900米（3000英尺），飞机到达IAF点后，转弯到出航航向，开始执行基线转弯程序；

标注20：基线转弯的出航边，A/B类飞机的出航航向为150°，C/D类飞机的出航航向为142°；

标注21：基线转弯的出航末端限制，出航飞行过程中，当TAJ台提供的DME距离达到D10.0时，出航飞行结束，开始入航转弯；

标注22：U型推测航迹程序的IAF，位于VOR/DME TJK上空，程序建议飞越该点的高度为600米（2000英尺），飞机到达IAF点后，沿VOR/DME TJK的188°径向线背电台飞行，这是推测航迹的第一段；

标注23：VOR/DME交叉定位点，位于VOR/DME TJK的188°径向线和D11.0距离弧的交点处，作为推测航迹第一段末端，从该点处开始无航迹引导的推测段飞行，管制员可能提供雷达引导；

标注24：IF（中间进近定位点），飞机经过起始进近航段，转弯截获并切入LOC提供的航向道后，可使用VOR/DME TAJ的D10.0或DME ICG的D10.3距离弧确定IF点的位置，程序建议飞越该点的高度为600米（2000英尺）；

标注25：LOC航道，航道中心线为340°；

标注26：FAF（最后进近定位点），保持沿LOC航道飞行，当DME距离显示为VOR/DME TAJ的D5.9或DME ICG的D6.2时，则到达FAF；在FAF点处的高度要求应参阅剖面图；

标注27：非精密进近中的梯级下降定位点，沿LOC航道飞行，使用VOR/DME TAJ的D2.1或DME ICG的D2.3距离弧确定该点的位置，在确认安全飞越该点以后，可以再下降高度；

标注28：复飞程序，虚线代表复飞程序的平面图，详细的复飞信息应参阅剖面图；该点为复飞程序的第一个转弯点，用指定的高度600m定义开始转弯的时机，转弯以后无航迹引导，可保持70°航向飞行；

标注29：复飞程序的第2个转弯点，用VOR/DME TJK的324°径向线进行定义，程序建议飞越该点的高度为900米（3000英尺）；转弯以后切入VOR/DME TJK的340°径向线飞行TJK台，然后加入等待；

标注30：等待程序，等待定位点为VOR/DME TJK，左转弯非标准等待，出航航向340°，出航时间1分钟，最低等待高度为900米（3000英尺）；可用于执行复飞程序后的等待和执行推测航迹程序之前的等待；

（转下一页）

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.5 ILS进近（4/5）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

- 了解 ILS 进近的特点；
- 掌握 ILS 进近图的布局和信息解读。

（接上一页）

标注31：等待程序，等待定位点为VOR/DME TAJ，左转弯非标准等待，出航航向 340° ，出航时间1分钟，最低等待高度为900米（3000英尺）；在基线转弯的 30° 进入扇区以外的进场的飞机，通常应先加入等待程序，从等待程序改出后，再执行基线转弯；

标注32：等待程序，等待定位点为R-127/D14.0 TAJ交叉定位点，右转弯标准等待，出航航向 127° ，出航边不采用计时方式飞行，以D19.0 TAJ为出航末端限制，最低等待高度为900米（3000英尺）；与沿DME弧进近配合使用；

标注33：TL（过渡高度层）和TA（过渡高度），单位为米；

标注34：复飞程序的文字描述，给出完整的复飞程序；

标注35：剖面图上的ILS/DME ICG，给出位置和识别标志，频率和名称信息应参阅平面图；

标注36：剖面图上的VOR/DME TAJ，给出位置和识别标志，频率和名称信息应参阅平面图；

标注37：剖面图上的交叉定位点IF，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注38：FAF点处程序建议高度/高，600米为高度，括号中的598米为相对高，斜体字为英尺；

标注39：剖面图上的交叉定位点FAF，适用于下滑道不工作（GP INOP）时的非精密进近，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；

标注40：最后进近航道，LOC航道中心线为 340° ；

标注41：剖面图上的外指点标（OM），精密进近时用于检查下滑道的工作状态，也可以使用DME距离替代OM，作用相同；给出位置和识别标志，频率和名称信息应参阅平面图；

标注42：沿下滑道下降到达OM上空时的高度，飞行中应检查此时高度表的数值，如果高度不是427米（相对高425米），斜体字为英尺，则说明下滑道的信号不可靠，不能继续执行精密进近，应该通知管制员，并转而执行非精密的LOC进近；

标注43：下滑道的下滑角为 3° ；

标注44：梯级下降定位点，非精密进近时，在确认安全飞越该点以前，不得下降到229m（相对高227m）以下，斜体字为英尺；

标注45：剖面图上的MM和MAPt；MAPt适用于下滑道不工作（GP INOP）时的非精密进近，只提供DME的定位信息，航迹引导信息应参阅平面图；MM适用于精密进近，提醒飞行员即将到达决断高度；

标注46：图中给出2个表示复飞的箭头符号，分别对应GP工作的精密进近和GP不工作的非精密进近程序；

标注47：跑道入口高（RDH）为16.6米（54英尺），飞机沿下滑道下降，到达跑道入口上空时距离地面的真高；

标注48：用DME距离规定的下降高度信息，用于帮助飞行员在下滑道不工作的条件下，根据表格中给出的程序建议高度，判读和调整最后进近航段的下降；

标注49：以跑道入口为原点的距离坐标，用于描述仪表进近程序中各定位点和导航设施与跑道的相对位置关系；

标注50：ILS/DME进近的最低天气标准，A/B/C/D类飞机采用同一标准，实施ILS/DME进近所需的跑道视程不低于550米或最低能见度不少于800米，决断高度（DA）为62米，决断高（DH）为60米，ILS/DME进近针对34L号跑道运行，DH的基准面为跑道入口标高；

（转下一页）

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.5 ILS进近（5/5）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

了解 ILS 进近的特点；

掌握 ILS 进近图的布局和信息解读。

（接上一页）

标注51：下滑道不工作（GP INOP）时LOC进近的最低天气标准，A/B/C类飞机采用同一标准，D类飞机使用不同标准；以D类飞机为例，GP INOP时实施LOC进近所需的能见度不低于1600米，MDA为126米，MDH为124米，LOC进近针对34L号跑道运行，MDH的基准面为跑道入口标高；

标注52：目视盘旋进近的最低天气标准，A/B飞机采用同一标准，C类和D类飞机分别适用不同标准；以A类飞机为例，实施目视盘旋所需的能见度不少于2500米，MDA为178米，MDH为174米；由于目视盘旋后可能在机场内的多条跑道着陆，不针对特定跑道，MDH的基准面为机场标高；

标注53：地速-时间-下降率信息参考表，表中列出GP INOP时FAF与MAPt之间的距离为10.0km，对应不同地速的条件下，从FAF到MAPt的飞行时间，以及可以保持最后进近航段稳定下降的建议下降率；

标注54：航图索引号，由机场的四字地名代码和航图编号构成；

标注55：航图发布日期；

标注56：航图生效日期；

标注57：本次修订的内容。

思考题：

ILS进近过程中，发现下滑道不工作，飞行程序有哪些变化？

7.7.5 仪表进近图

7.7.5.6 RNP进近（1/3）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

掌握 RNP 进近航图的布局和信息。

知识要点：

RNAV进近样例解读

标注1：机场磁差为 1° 东；

标注2：分别提供机场标高和26号跑道的入口标高，直接进入着陆和目视盘旋的MDH使用的高度基准面不同；

标注3：通信信息，敦煌机场塔台管制的频率为130.0，括号中的118.6为备用频率；

标注4：进近程序识别信息，本程序为26号跑道RNAV (GNSS) 进近程序；

标注5：机场所在地名和机场名，如两者一致，直接给出地名；

标注6：执行本程序时的限制：对Baro-VNAV程序，最低温度限制为-27°C；速度限制，执行本程序过程中，起始进近航段的最大指示空速不得超过350km/h；

标注7：终端区进场高度 (TAA)，提供了飞向IAF DH803时的安全超障余度；

标注8：终端区进场高度 (TAA)，提供了飞向IAF DH804时的安全超障余度

标注9：线段比例尺，仪表进近图的平面图应按比例尺绘制；

标注10：等待程序，等待开始点为航路点DH803，左转弯非标准等待，出航航向 264° ，出航时间1分钟，最低等待高度为1800米 (5900英尺)；

标注11：RNAV (GNSS) 进近实施点对点导航，IAF航路点DH803，高度不低于1800米 (5900英尺)；

标注12：IAF航路点DH804，高度不低于2100米 (6900英尺)；

标注13：IF航路点DH802，高度不低于1700米 (5600英尺)；

标注14：FAF航路点DH801，高度信息参阅剖面图；

标注15：MAPt航路点DH800，飞越航路点，高度信息参阅最低着陆标准；

标注16：中间与最后进近航段的航线角；

标注17：复飞程序，虚线代表复飞程序的平面图，详细的复飞信息应参阅剖面图；

标注18：20km范围轮廓线，不具备航行意义，仅用于帮助飞行员在进近过程中建立正确的情景意识；

标注19：TL (过渡高度层) 和TA (过渡高度)，单位为米；

标注20：复飞程序的文字描述，给出完整的复飞程序；

标注21：剖面图上的IF，航路点DH802；

标注22：IF点处程序建议高度/高，1700米为高度，括号中的579米为相对高，斜体字为英尺；

标注23：剖面图上的FAF，航路点DH801；

标注24：FAF点处程序建议高度/高，1620米为高度，括号中的499米为相对高，斜体字为英尺；

标注25：最后进近航道为 264° ；

标注26：最后进近航段的下滑角为 3° ；

标注27：剖面图上的MAPt，航路点DH800；

标注28：跑道入口高 (TCH) 为15米 (50英尺)；

标注29：阴影区表示该航段的超障区域，不得下降到该高度以下；

标注30：用DME距离规定的下降高度信息，用于帮助飞行员仅参照LNAV，没有垂直引导的条件下，根据表格中给出的程序建议高度，判读和调整最后进近航段的下降；

标注31：以跑道入口为原点的距离坐标，用于描述仪表进近程序中各定位点和导航设施与跑道的相对位置关系；

(转下一页)

7.7.5 仪表进近图

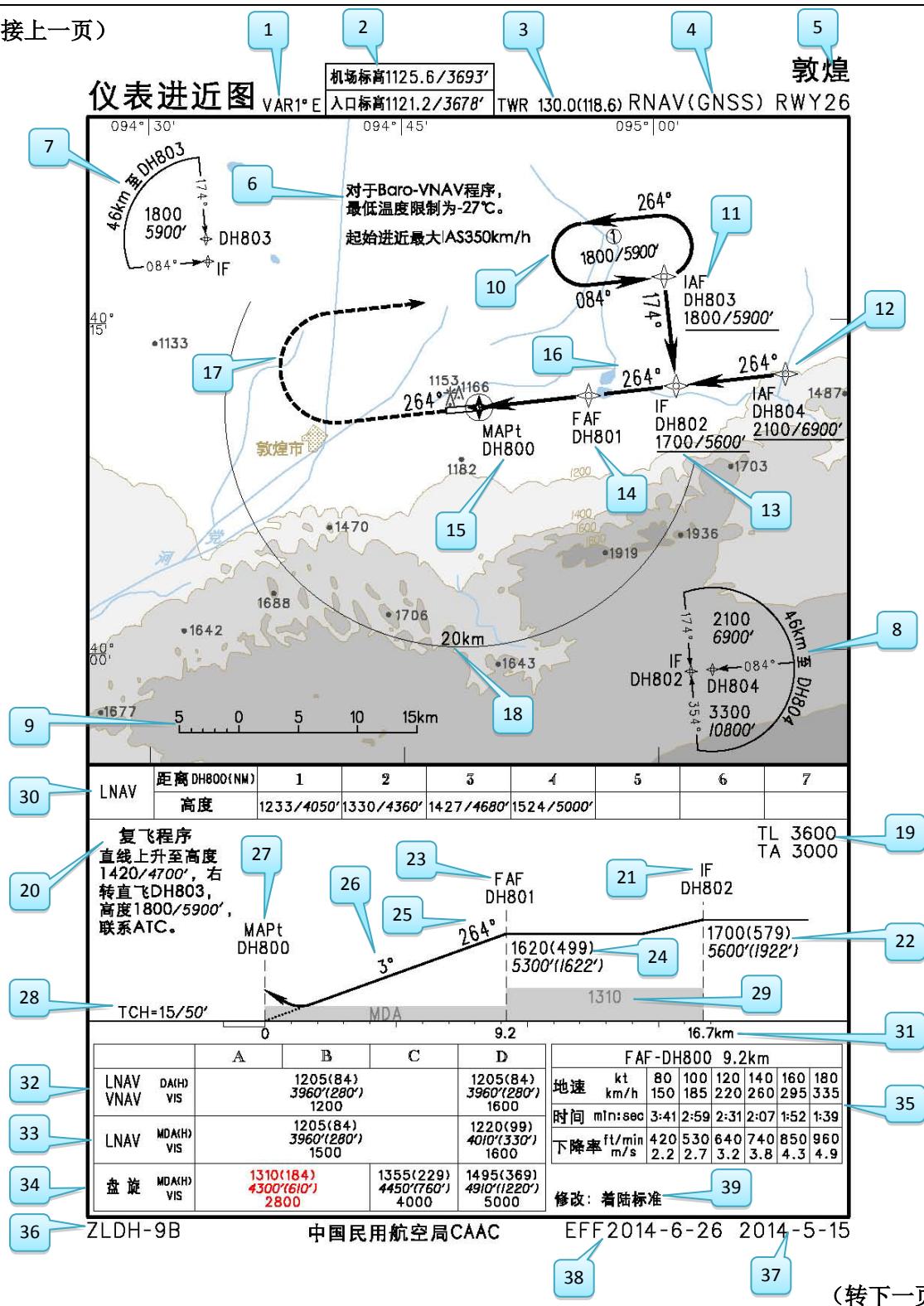
备注: AC-91-FS-27 飞行程序

7.7.5.6 RNP 进近 (2/3)

知识掌握程度:

掌握 RNP 进近航图的布局和信息

(接上一页)



7.7.5 仪表进近图

7.7.5.6 RNP 进近（3/3）

备注：AC-91-FS-27 飞行程序

知识掌握程度：

掌握 RNP 进近航图的布局和信息

（接上一页）

标注32：LNAV/VNAV类精密进近的最低天气标准，A/B/C类飞机采用同一标准，D类飞机采用单独的标准，以C类飞机为例，实施LNAV/VNAV类精密进近所需的能见度不少于1200米，决断高度（DA）为1205米，决断高（DH）为84米；

标注33：LNAV非精密进近的最低天气标准，A/B/C类飞机采用同一标准，D类飞机采用单独的标准，以D类飞机为例，实施LNAV非精密进近所需的能见度不少于1600米，MDA为1220米，MDH为99米；

标注34：目视盘旋进近的最低天气标准，A/B飞机采用同一标准，C类和D类飞机分别适用不同标准；以C类飞机为例，实施目视盘旋所需的能见度不少于4000米，MDA为1355米，MDH为229米；由于目视盘旋后可能在机场内的多条跑道着陆，不针对特定跑道，MDH的基准面为机场标高；

标注35：地速-时间-下降率信息参考表，表中列出FAF与MAPt之间的距离为11.8km，对应不同地速的条件下，从FAF到MAPt的飞行时间，以及可以保持最后进近航段稳定下降的建议下降率；

标注36：航图索引号，由机场的四字地名代码和航图编号构成；

标注37：航图发布日期；

标注38：航图生效日期；

标注39：本次修订的内容。

思考题：

LNAV/VNAV 导航方式是基于何种导航源？LNAV/VNAV 进近属何种进近程序？

7.8.1 PBN运行的基本要求

备注: AC-91-FS-01R1

知识掌握程度:

- 掌握RNP运行的基本要求；
- 掌握RNAV运行的基本要求。

知识要点:

一、RNP运行的基本要求

- 机载系统要求：满足相应RNP 导航规范所要求的导航功能和性能；必须具备机载导航性能监控与告警（OPMA）功能。
- 导航数据库要求：导航数据必须现行有效，必须基于WGS-84 坐标系统。
- 人员要求：资质要求、实施要求。

二、RNAV运行的基本要求

- 机载系统要求：满足相应RNAV 导航规范所要求的导航功能和性能。
- 导航数据库要求：导航数据必须现行有效，必须基于WGS-84 坐标系统。
- 人员要求：资质要求、实施要求。

思考题:

RNP 运行的基本要求包括哪些方面？

7.8.2PBN程序

备注: AC-91-FS-27

7.8.2.1RNAV/RNP离场程序 (1/2)

知识掌握程度:

掌握使用基本GNSS接收机实施RNAV离场程序的要求及特点;

掌握使用SBAS实施RNAV离场程序的要求及特点;

理解使用GBAS实施RNAV离场程序的要求及特点;

理解实施RNAV离场程序和基于RNP的离场程序的要求及特点。

知识要点:

一、使用基本GNSS接收机实施RNAV离场程序的要求及特点

1、运行许可

航空器装备了基本GNSS接收机（作为独立设备或者作为多传感器环境的组成部分），并且获得运营人所在国家的许可，可以将其用于离场和非精密进近运行，则只要在飞行前满足下列条件就可以使用这些系统来执行RNAV程序：

- a) GNSS设备可用；
- b) 驾驶员具有如何使用设备的最新知识，可以获得最佳的导航性能水平；
- c) 已按照运行需要检查卫星的可用性；
- d) 已选定具有常规导航设施的备降机场；
- e) 能从机载导航数据库中检索程序。

2、飞行计划

使用基本GNSS接收机的航空器划归为具有RNAV设备的航空器，在飞行计划中应包括设备附加信息。

当基本GNSS接收机（作为独立设备或者作为多传感器环境的组成部分）不可用时，驾驶员应立即：

- a) 通知ATC；
- b) 要求与FMC系统能力相符合的有效备用程序；
- c) 如果可能，修改飞行计划中的设备附加信息。

二、使用SBAS实施RNAV离场程序的要求及特点

SBAS通过地球同步卫星提供测距、完好性和校正信息，从而对GNSS星座进行增强。

该系统由地面基准站、主站和地球同步卫星构成。

地面基准站监测卫星信号，主站处理监测数据、生成SBAS信息并上传至地球同步卫星，然后由地球同步卫星将SBAS信息发送给用户。

通过为每个导航卫星提供由地球同步卫星产生的额外测距信号和完好性增强信息，SBAS服务可以提供GNSS星座的可用性。

三、使用GBAS实施RNAV离场程序的要求及特点

没有为GBAS建立具体的离场标准。

配备GBAS接收机的航空器，在使用可选的GBAS定位服务支持下，可以进行基于基本GNSS或SBAS的离场运行。

(转下一页)

7.8.2 PBN程序

7.8.2.1 RNAV/RNP离场程序（2/2）

备注：AC-91-FS-27

知识掌握程度：

掌握使用基本GNSS接收机实施RNAV离场程序的要求及特点；

掌握使用SBAS实施RNAV离场程序的要求及特点；

理解使用GBAS实施RNAV离场程序的要求及特点；

理解实施RNAV离场程序和基于RNP的离场程序的要求及特点。

（接上一页）

四、实施RNAV离场程序和基于RNP的离场程序的要求及特点

1、离场可以基于RNAV VOR/DME、RNAV DME/DME、基本GNSS或RNP准则。大部分装有FMS设备的航空器可以使用上述一种或几种系统实施RNAV程序。但是在某些情况下，程序可能对使用的系统具有特殊要求。

2、执行基于RNP的程序，RNAV系统必须取得相应的RNP批准，并且假定RNP运行所依靠的所有导航设施都可提供服务（参见有关DME台和GNSS的航行通告NOTAM）。

3、航线可以包含数个具有不同RNP数值的航段。但必须注意RNP数值最低的航段即为飞行中要求最高的航段。在飞行前，驾驶员必须确认航空器能满足每个航段的RNP要求。在某些情况下，可能要求驾驶员在起飞前人工更新航空器的导航系统。

4、在飞行过程中，驾驶员必须检查系统符合当前航段的RNP要求，也必须特别检查航路上的RNP的变化。

5、驾驶员利用系统提供的信息进行干预，将飞行技术误差保持在系统审定的容差范围内。

6、共有四种转弯：

- a) 旁切航路点转弯；
- b) 飞越航路点转弯；
- c) 指定高度/高转弯；
- d) 固定半径转弯（通常与基于RNP的程序联用）。

思考题：

使用基本GNSS接收机实施RNAV离场程序的运行许可是什么？

7.8.2PBN程序

备注: AC-91-FS-27

7.8.2.2 RNAV下的进场和非精密进近程序 (1/2)

知识掌握程度:

理解使用基本GNSS接收机实施RNAV进近程序的要求及特点;

理解基于DME/DME的RNAV进场和进近程序的要求及特点;

理解基于VOR/DME的RNAV进场和进近程序的要求及特点。

知识要点:

一、使用基本GNSS接收机实施RNAV进近程序的要求及特点

1、航空器装备了基本GNSS接收机（作为独立设备或者作为多传感器环境的组成部分），并且获得运营人所在国家的许可，可以将其用于进近运行，则只要在飞行前满足下列条件就可以使用这些系统来执行RNAV程序：

- a) GNSS设备可用；
- b) 驾驶员具有如何使用设备的最新知识，可以获得最佳的导航性能水平；
- c) 已按照运行需要检查卫星的可用性；
- d) 已选定具有常规导航设施的备降机场；
- e) 能从机载导航数据库中检索程序。

2、用基本GNSS接收机的航空器归类为具有RNAV设备的航空器，在飞行计划中应包括设备附加信息。

当基本GNSS接收机（作为独立设备或者作为多传感器环境的组成部分）不可用时，驾驶员应立即：

- a) 通知ATC；
- b) 要求与FMC系统能力相符合的有效备用程序；
- c) 如果可能，修改飞行计划中的设备附加信息。

二、基于DME/DME的RNAV进场和进近程序的要求及特点

1、基于DME/DME的RNAV进近程序是非精密进近程序。此类程序不需要规定基准导航台，并且基于两种不同的运行条件：

- a) 只有两个DME导航台可用；
- b) 有两个以上DME导航台可用。

2、装备RNAV系统的航空器，获得运营人所在国家批准认证后，具有相应的RNAV运行等级。这些航空器实施DME/DME RNAV进近飞行的前提是：

- a) RNAV设备可用；
- b) 飞机员具有如何使用设备的最新知识，可以获得最佳的导航精度。

3、DME/DME RNAV导航精度的决定因素是：

- a) 航路点的DME容差取决于该点的程序高度/高；
- b) 飞行技术容差；
- c) 系统计算容差。

(转下一页)

7.8.2PBN程序

备注: AC-91-FS-27

7.8.2.2 RNAV下的进场和非精密进近程序 (2/2)

知识掌握程度:

理解使用基本GNSS接收机实施RNAV进近程序的要求及特点;

理解基于DME/DME的RNAV进场和进近程序的要求及特点;

理解基于VOR/DME的RNAV进场和进近程序的要求及特点。

(接上一页)

三、基于VOR/DME的RNAV进场和进近程序的要求及特点

1、基于VOR/DME的RNAV进近程序以VOR与DME的合装台作为基准台。该基准台应公布。VOR/DME RNAV进近程序是非精密进近程序。

2、装备RNAV系统的航空器，通过运营人所在国家批准认证后，获得相应的RNAV运行等级。这些航空器实施VOR/DME RNAV进近飞行的前提是：

- a) RNAV设备可用；
- b) 驾驶员具有如何使用设备的最新知识，可以取得最佳的导航性能水平；；
- c) 程序公布使用的VOR/DME台可用。

3、VOR/DME RNAV的导航精度取决于以下因素：

- a) 地面系统容差；
- b) 机载接收机系统容差；
- c) 飞行技术容差；
- d) 系统计算容差；
- e) 距基准台的距离。

思考题:

使用基本GNSS接收机实施RNAV进近程序的运行许可包含哪些方面？

7.9.1 CDFA运行 (1/2)

备注: AC-121 135-FS-46

知识掌握程度:

- 掌握CDFA概念;
- 掌握CDFA特定决断高度/高的含义;
- 掌握CDFA运行方式的基本要求。

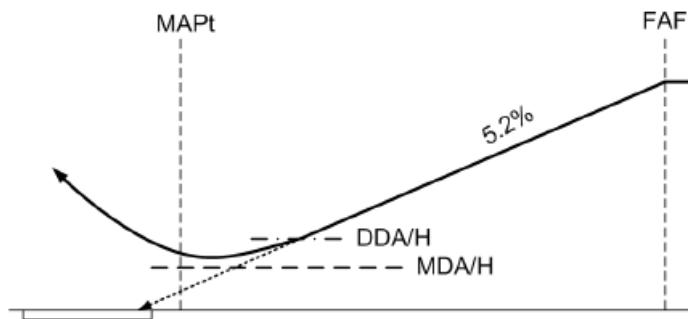
知识要点:

一、CDFA的概念

一种与稳定进近相关的飞行技术，在非精密仪表进近程序的最后进近阶段连续下降，没有平飞，从高于或等于最后进近定位点高度/高下降到高于着陆跑道入口大约15米（50英尺）的点或者到该机型开始拉平操作的点。

二、CDFA特定决断高度/高 (DDA/H)

使用CDFA技术进近时，为确保航空器在复飞过程中不低于公布的最低下降高度/高，由运营人确定的在公布的最低下降高度/高以上的某一高度/高，当下降至此高度/高时，如果不具备着陆条件，飞行员应开始复飞。



三、CDFA技术不适用于目视盘旋进近。

四、CDFA技术的运行程序和飞行技术

1、设备要求

除了非精密进近程序所要求的设备外，CDFA技术不需要特殊的航空器设备。

2、进近类型要求

CDFA要求使用仪表进近程序中公布的垂直下降梯度或气压垂直引导下滑角度。

安装有飞行管理系统 (FMS)、气压垂直导航 (baro-VNAV)、广域增强系统 (WAAS) 或类似设备的航空器，当从数据库中选定仪表进近程序时，通常会提供公布的垂直下降角 (VDA) 或下滑角度。

3、计算需要的下降率

在公布的仪表进近图中提供了下降率表。

飞行员可以使用这个表根据地速直接查出或使用插值法计算出使用CDFA技术所需要的下降率。

4、最后进近定位点后包括梯级下降定位点的程序设计

在某些情况下，最后进近定位点后包括梯级下降定位点，仪表进近程序会公布梯级下降定位点和之后相应的垂直下降梯度。

(转下一页)

7.9.1 CDFA运行 (2/2)

备注: AC-121 135-FS-46

知识掌握程度:

- 掌握CDFA概念;
- 掌握CDFA特定决断高度/高的含义;
- 掌握CDFA运行方式的基本要求。

(接上一页)

5、CDFA特定决断高度/高 (DDA/H)

飞行员在使用CDFA技术的过程中执行复飞时，不得使航空器下降到最低下降高度/高以下。

考虑到航空器在复飞过程中可能的高度损失等因素，运营人应指令他们的飞行员在公布的最低下降高度/高以上的某一高度/高（即CDFA特定决断高度/高 (DDA/H)），例如：在公布的最低下降高度/高上增加15米（50英尺）开始复飞，以确保航空器不会下降到公布的最低下降高度/高以下。

6、在CDFA特定决断高度/高 (DDA/H) 时决断

沿公布的垂直下降梯度或下滑角度飞行时，航空器将会在复飞点前达到CDFA特定决断高度/高 (DDA/H)，在下降至CDFA特定决断高度/高 (DDA/H) 时，飞行员有且只有两种选择：

- 清楚看到和辨认要求的目视参考并且具备着陆条件时方可继续下降至着陆；
- 执行复飞，且不允许航空器下降到最低下降高度/高以下。

7、在复飞点前开始复飞。

当在复飞点之前执行复飞并且未取得空中交通管制的指令时，应按照公布的复飞程序飞行，在飞越复飞点后才可以开始沿公布的复飞程序转弯。

8、不使用CDFA技术的运营人的能见度最低标准

如果在非精密进近中不采用CDFA技术，运营人所确定的其机场运行最低标准应在局方批准的该机场最低标准之上。

对于A、B类飞机，跑道视程/能见度 (RVR/VIS) 至少增加200米，对于C、D类飞机，RVR/VIS 至少增加400米。

思考题:

特定决断高度/高 (DDA/H) 的作用是什么？

7.9.2 平行跑道运行

备注: AC-91-FS-28

7.9.2.1 尾流间隔

知识掌握程度:

理解尾流间隔标准。

知识要点:

一、当进入前面飞机的尾流区时，根据进入尾流区的方向、前机的重量和外形，后机的大小、前后机的距离、遭遇尾流的高度等因素的不同，后机会出现机身抖动、下沉、飞行状态急剧改变、发动机停车甚至飞机翻转等现象。

二、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，其他情况的详细规定应分别参见CCAR-93TM和AC-93-03的相关规定。

值得注意的是，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 <small>1.5L</small>	3 分 <small>1.5L</small>	3 分 <small>1.5L</small>
重型	无	无	2 分 <small>1.5L</small>	2 分 <small>1.5L</small>
中型	无	无	无	2 分 <small>1.5L</small>

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 <small>1.5L</small>	4 分 <small>1.5L</small>
重型	无	无	2 分 <small>1.5L</small>	3 分 <small>1.5L</small>
中型	无	无	无	3 分 <small>1.5L</small>

表 2：进近着陆非雷达间隔的尾流间隔

思考题:

进近着陆时非雷达间隔的尾流间隔标准是什么？

7.9.2 平行跑道运行

备注: AC-91-FS-28

7.9.2.2 平行跑道同时仪表运行的分类和要求 (1/2)

知识掌握程度:

理解平行跑道同时仪表运行的分类和要求。

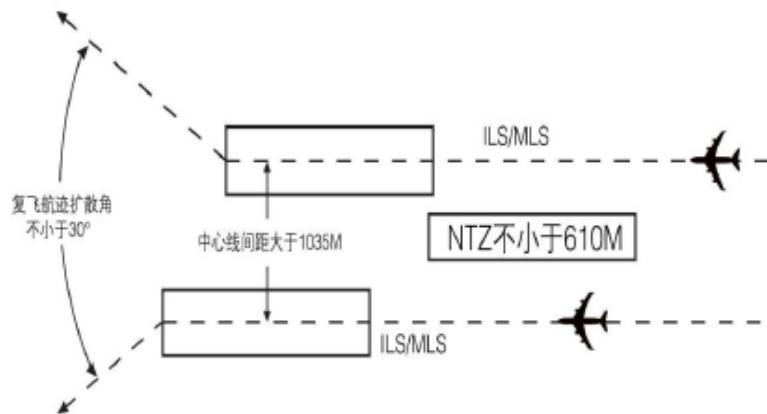
知识要点:

按照运行特点,平行跑道运行可分为目视运行和仪表运行,其中仪表运行又可分为平行跑道同时仪表运行和近似平行跑道同时仪表运行。

平行跑道同时仪表运行的分为以下4类。

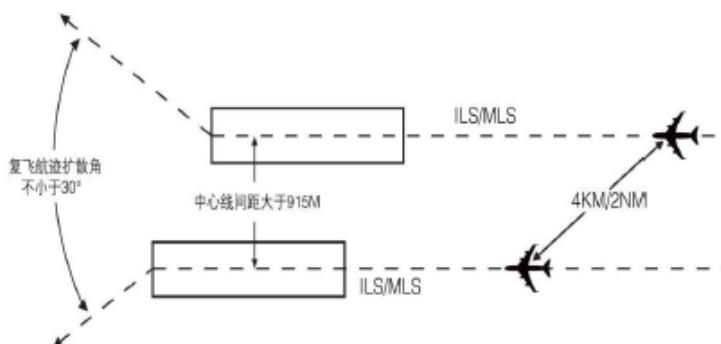
一、独立平行仪表进近模式

无需管制员对不同跑道进近的航空器配备规定的雷达间隔,但要求两条平行跑道都在实施仪表着陆系统进近且跑道中心线的间距不小于1035米(3400英尺)。同时,一条跑道的复飞航迹与相邻跑道的复飞航迹扩散角不小于30度,并且两条跑道中心线延长线之间等距离设立至少610米(2000英尺)的非侵入区。



二、相关平行仪表进近模式

需要管制员对不同跑道进近的航空器配备规定的雷达间隔,且两条平行跑道都在实施仪表着陆系统进近且跑道中心线的间距不小于915米(3000英尺)。同时,一条跑道的复飞航迹与相邻跑道的复飞航迹扩散角不小于30度。



(转下一页)

7.9.2 平行跑道运行

备注: AC-91-FS-28

7.9.2.2 平行跑道同时仪表运行的分类和要求 (2/2)

知识掌握程度:

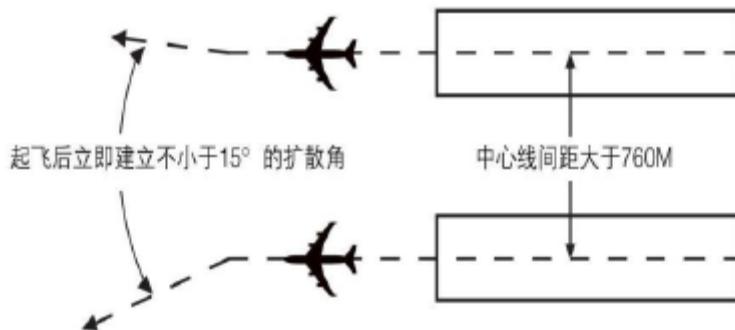
理解平行跑道同时仪表运行的分类和要求。

(接上一页)

三、独立平行离场模式

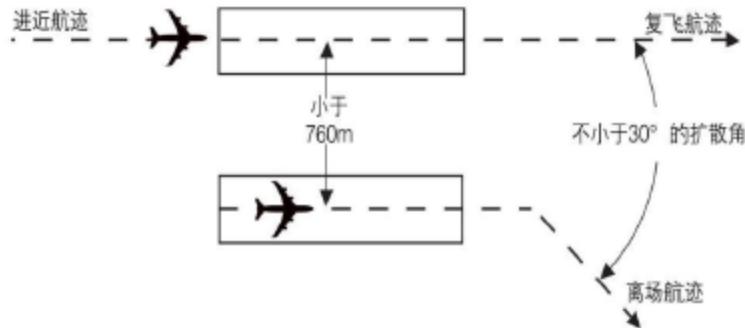
要求两条平行跑道中心线的间距不小于760米(2500英尺),并且两条离场航迹在航空器起飞后立即建立不小于15度的扩散角。

由于实施独立平行离场运行时,相邻跑道离场的航空器之间未要求纵向间隔,所以需要航空器驾驶员严格执行规定的标准仪表离场程序(SID),以避免与其他航空器发生冲突。



四、隔离平行运行模式

要求离场航空器航迹应当在其起飞后立即与相邻跑道进近航空器的复飞航迹建立不小于30度的扩散角,该模式通常要求两条平行跑道中心线的间距不小于760米(2500英尺)。



思考题:

独立平行离场模式运行时,飞行员应注意什么问题?

7.9.3夜间飞行

知识掌握程度：

理解夜间运行的概念；
理解夜间运行的注意事项。

知识要点：

一、夜间飞行的概念

夜间飞行是指航空器从日没到日出之间的飞行。
各地每天日出、日没时刻是不同的，可以通过日出、日没时刻表查时刻。

二、夜间运行注意

- 每个飞行员必须配备红白灯光的手电筒；
- 飞行前检查飞机的内部外部灯光，确保工作正常；
- 熟悉机场灯光系统；
- 检查天气报告，关注露点温度差；当露点温度差较小时，警惕辐射雾的产生；
- 滑行前应该打开滑行灯，有必要还应打开着陆灯；滑行时应注意观察；
- 夜间目视飞行时，机外可用目视参考物有限，驾驶舱灯光应该调至较低亮度，飞行员应能看清驾驶舱设备，又不妨碍对外观察；
- 夜间目视飞行时，应充分利用机载仪表设备，控制好飞机状态；
- 夜间进近时，可参考目视进近下滑指示系统(VASI或PAPI)，防止黑洞效应；
- 飞行员应做好特殊情况的准备，特别是夜间飞行发动机失效和飞机断电。

思考题：

夜间运行时应注意哪些事项？

7.10.1 应急下降

备注：飞行基本规则第八十八条

知识掌握程度：

理解应急下降的处置决断及注意事项；
掌握改变高度层的程序。

知识要点：

一、应急下降的处置决断及注意事项

- 1、机组应尽早发现增压系统故障，及时转换备用/人工增压系统控制座舱高度，只有在无法恢复座舱增压的情况下才开始应急下降；
- 2、应尽量使用自动设备进行紧急下降，如果断开自动驾驶，操纵驾驶员要注意控制好飞机姿态；
- 3、任何时候不要以粗猛的动作操纵飞机进入紧急下降；
- 4、实施紧急下降的飞行机组应保持与其他飞机危险接近的警惕性。
- 5、机组在开始执行紧急下降程序之前必须快速戴上氧气面罩，并确保所有旅客氧气面罩可用，在到达安全高度后，机组应对旅客广播，摘下氧气面罩，并根据当时的油量和天气情况前往最合适的机场着陆。

二、改变高度层的程序：

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。

在中国空域内飞行时，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。

思考题：

应急下降时改变高度层的方法是什么？

7.10.2 紧急进近和着陆

备注：飞行基本规则第八十八条

知识掌握程度：

掌握迫降的要求和程序；
理解对乘客的安全简介。

知识要点：

一、在任何需要撤离或可能撤离的非正常情况下，机长应向乘务长通报紧急情况的性质和客舱准备可用时间。机长应将着陆后的撤离计划及所需要的援助报告 ATC，必要时应通过广播向旅客说明紧急情况的性质和要求。

二、陆地或水上迫降时，应采取下列行动协助搜寻营救工作：

1、在时间允许时，尽可能向地面提供以下信息：

- 紧急定位信标状态；
- 目视地标；
- 飞机颜色；
- 机上人数；
- 机上紧急设备；

2、如有可能，尽早使紧急定位信标开始工作；

3、如果认为没有失火的危险，可进行无线电通信的发射；

4、水上迫降时，尽可能在水面船只附近迫降；如果时间允许，应利用一切手段得到最近的商用和军用船只的位置；

5、迫降后，应在飞机周围等待救援，并利用可用的紧急设备发送求救信号。

思考题：

陆地或水上迫降时，应采取哪些行动协助搜寻营救工作？

7.10.3 系统和设备故障下的运行(1/2)

备注: CCAR91.443

知识掌握程度:

- 了解最低设备清单的批准;
- 了解最低设备清单的内容;
- 掌握最低设备清单的使用;
- 掌握不工作的仪表和设备的记录。

知识要点:

一、除CCAR-91.443条(d)款规定外，当航空器的部分仪表、设备不工作时，应当满足下列条件方可起飞：

- 1、该航空器具有经批准的最低设备清单；
- 2、该航空器持有局方颁发批准该航空器按照最低设备清单进行运行的批准书。最低设备清单和批准书作为该航空器的补充型号合格证；
- 3、批准的最低设备清单应当：
 - (1) 按照CCAR-91.443(b)款规定的限制进行制订；
 - (2) 规定在相应仪表和设备处于不工作状态时的运行方式。
- 4、航空器记录本上应当记录不工作的仪表和设备；
- 5、应在最低设备清单和批准书中所述的所有适用条件和限制下运行航空器。

二、在最低设备清单中不得包括下列仪表和设备：

- 1、中国民用航空规章中明确或其他方式提出的作为航空器型号合格证审定基本要求的，以及在所有使用条件下是安全运行必不可少的仪表和设备。
- 2、除非适航指令作出其他规定，该适航指令要求处于可工作状态的仪表和设备。
- 3、按CCAR-61部特定运行所需要的仪表和设备。

三、批准可按CCAR-121或CCAR-135部运行的航空器进行依照CCAR-91部的运行时，应当使用该航空器按CCAR-121部或CCAR-135部批准的最低设备清单，并无需附加批准要求。

四、除依据CCAR-91.443(a)或(c)款进行的运行外，符合下列所有条件时，无需经批准的最低设备清单，部分仪表、设备不工作的航空器可进行按CCAR-91部的运行：

- 1、飞行的实施是在下列航空器上进行的：
 - (1)没有制定主最低设备清单的旋翼机、非涡轮动力飞机、滑翔机或轻于空气的航空器；
 - (2)制定有主最低设备清单的小型旋翼机、小型非涡轮动力飞机、滑翔机或轻于空气的航空器。
- 2、下列仪表和设备不能处于不工作状态：
 - (1) 该航空器型号合格审定规定的昼间目视飞行规则所要求的仪表和设备；
 - (2) 在航空器设备清单上要求的或为执行某种飞行所规定的设备清单上所要求的仪表和设备；
 - (3) 民航规章对特定飞行种类要求的仪表和设备；
 - (4) 适航指令要求的仪表和设备。
- 3、不工作的仪表和设备应符合下列要求之一：
 - (1) 从航空器上拆下的仪表和设备，应在驾驶舱的有关操纵上标明，并完成维修记录；
 - (2) 已被设置成不能工作并用标牌标明“不工作”的仪表和设备，如涉及维修，还应完成维修记录。

(转下一页)

7.10.3 系统和设备故障下的运行(2/2)

备注: CCAR91.443

知识掌握程度:

- 了解最低设备清单的批准;
- 了解最低设备清单的内容;
- 掌握最低设备清单的使用;
- 掌握不工作的仪表和设备的记录。

(接上一页)

4、由持有CCAR-61部执照和适当等级的驾驶员或由持有相应航空器维修执照的人员，确定不工作的仪表或设备不会对航空器构成危险。带有CCAR-91.443(d)款规定不工作的仪表或设备的航空器被认为处于局方可接受的经恰当改装的状态。

五、带有不工作仪表和设备的航空器可以根据局方颁发的特许飞行证运行，而不受上述条款的限制。

思考题:

最低设备清单中不得包含哪些设备？

9.1.1 无线电传播

备注:

知识掌握程度:

了解无线电传播基本原理;
了解无线电传播的方式及特点。

知识要点:

1、无线电波

无线电波是指频率低于 3000GHz 的电磁波，无线电波的传播具有反射、折射、绕射和散射现象。

2、无线电波传播的方式有三种：地波、天波和空间波

(1) 地波

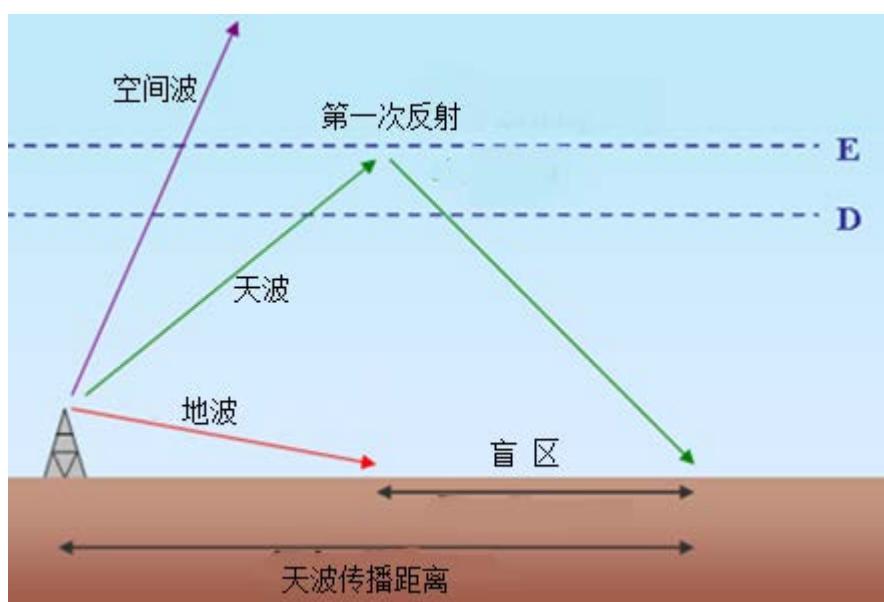
沿地面传播的无线电波叫地波，又叫表面波，例如，NDB导航信号是以地波形式传送。

(2) 天波

依靠电离层的反射来传播的无线电波叫做天波。例如，高频无线电通信是以天波形式传送。

(3) 空间波

从发射点经空间直线传播到接收点的无线电波叫空间波，又叫直射波。例如，VOR/DME导航和卫星通信是以空间波形式传送。



思考题:

天波和空间波有何区别？

9.1.2 无线电频段的划分

备注:

知识掌握程度:

理解无线电波频段的划分依据;
掌握典型无线电设备使用的频段。

知识要点:

频段名称	频段范围	民航上使用该频段的常见设备
低频 (LF)	30~300 千赫 (KHz)	自动定向机系统
中频 (MF)	300~3000 千赫 (KHz)	自动定向机系统
高频 (HF)	3~30 兆赫 (MHz)	高频通信系统
甚高频 (VHF)	30~300 兆赫 (MHz)	指点标; 甚高频导航系统; 甚高频通信系统
特高频 (UHF)	300~3000 兆赫 (MHz)	下滑信标; 测距仪; 应答机; 全球卫星定位系统
超高频 (SHF)	3~30 吉赫 (GHz)	无线电高度表; 气象雷达

思考题:

无线电频段是如何划分的?

9.2.1 无线电通信系统组成及各部分功能	备注:
知识掌握程度: 了解无线通信系统的组成; 掌握HF/VHF通信系统特点。	
知识要点: <p>常见的无线电通信系统主要包括高频通信系统（HF）、甚高频通信系统（VHF）。</p> <p>1、卫星通信系统 卫星通信系统以空间波的传播形式工作，可以用于远距离通信。</p> <p>2、高频通信系统 典型的高频通信系统由收发机、天线调谐组、天线和控制盒组成。高频通信系统是一种机载远程通信系统，通信距离可达数千公里，用于在远程飞行时保持与基地间的通信联络。</p> <p>使用HF通信时应注意以下问题：</p> <p>(1) HF通信由于传播距离远，易受到电离层扰动、雷电（静电）、电气设备和其他的辐射引起的各种电气干扰，会产生无线电背景噪声；</p> <p>(2) HF通信的另一种特性是衰落，即接收时强时弱，这是由于多路径信号接收的超程反应，信号强度变化由电离层的长期和瞬时变化造成的；</p> <p>(3) HF通信还存在一个电离层反射垂直入射波的临界频率，高于该临界频率的电波穿过电离层，不会反射回地面。</p> <p>2、甚高频通信系统 机载甚高频通信系统主要由收发组、控制盒和天线三个基本组件组成。 甚高频通信系统主要用于飞机在起飞、着陆期间以及飞机通过管制空域时与地面交通管制人员之间的双向语音通信。 甚高频通信系统的工作频段通常为118.00–136.975MHz，波道间隔为25kHz，抗干扰性能较好。 由于甚高频信号只能以直达波的形式在视距内传播，所以甚高频通信距离较近，并受飞行高度的影响，但由于对流层对超短波的折射作用，使得实际的传播距离略大于视线距离。</p>	
思考题: HF/VHF 通信系统有什么不同特点？	

9.3.1 呼号的读法

备注:

知识掌握程度:

掌握管制单位和航空器呼号的读法。

知识要点:

1、管制单位的呼号

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	区域
进近管制	进近
进场雷达管制	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，宜简呼地名，管制单位或服务可省略。

管制单位或服务	汉语简呼
北京区域管制中心	北京区域或北京

2、航空器的呼号

(1) 航空器的注册号

注册号字母和数字应按照字母和数字的标准发音逐位读出。在我国注册的航空器注册号字母前缀为“B”，读作 BRAVO。例如， B-1234 读作 BRAVO幺两三四。

(2) 航空器经营人的无线电呼号加航班号

航空公司呼号汉语发音按照中国民航规定的呼号读出。航班号的字母全部按照字母英语标准发音逐位读出，数字应按照数字的汉语、英语标准发音逐位读出。

航空器的呼号	汉语读法
CCA 998A	国航玖玖捌 ALPHA

思考题:

航空器与 ATC 进行第一次无线电联络时，应当首先呼叫什么？

9.3.2 特殊字母的读法

备注:

知识掌握程度:

掌握机场识别代码、全向信标台、无方向信标台、航路点以及航路的读法。

知识要点:

1. 机场识别代码的读法

机场识别代码按英文字母逐位读出。

机场识别代码	汉语读法
ZBAA	ZULU BRAVO ALPHA ALPHA

2. 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VOR和NDB导航台名称相同，不建在一起且距离较远时，应在台名后加NDB或VOR（示例：怀柔VOR和怀柔NDB）。

全向信标台	汉语读法
SIA	西安
VYK	大王庄

3. 航路点的读法

如航路点是五个英文字母，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
BUBDA	BUBDA
P23	P两三

4. 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

思考题:

J325 航路的汉语读法是什么？

9.3.3 通话结构

备注:

知识掌握程度:

掌握标准通话结构。

知识要点:

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ALPHA，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，准备好起飞了。

2、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。

思考题:

首次通话后，航空器驾驶员应当采用什么样的通话结构？

9.3.4 ATIS

备注:

知识掌握程度:

掌握ATIS相关知识。

知识要点:

自动终端情报服务（Automatic Terminal Information System，简称ATIS或通播）是在繁忙的机场自动连续播放的信息服务，通常在一个单独的无线电频率上进行广播，包括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员等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。

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。

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。

通播的主要内容：

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。

举例：

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。

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。

思考题:

飞行员通过 ATIS 可以获取哪些信息？

9.3.5 许可的发布和复诵要求

备注:

知识掌握程度:

掌握许可的发布和复诵要求。

知识要点:

1. 航路许可宜在开车前发布给航空器驾驶员。
2. 航空器驾驶员应向空中交通管制员复诵通过话音传送的ATC放行许可和指示中涉及安全的部分，应复诵下述内容：
 - (1) 空中交通管制航路放行许可；
 - (2) 在进入跑道、起飞、着陆、穿越跑道和沿正在使用跑道的反方向滑行的许可和指令；
 - (3) 正在使用的跑道、高度表拨正值、二次监视雷达（SSR）编码、高度指令、航向与速度指令和空中交通管制员发布的或ATIS广播包含的过渡高度层。
3. 航空器驾驶员应以呼号终止复诵。
4. 在任何时候航空器驾驶员认为接收到的许可和指令不能遵照执行时，应使用短语“无法执行（UNABLE）”并告知原因。

思考题:

在哪些情况下需要复诵？

9.3.6 位置报告

备注:

知识掌握程度:

掌握位置报告的方法和内容。

知识要点:

飞行中通过指定报告点或空中交通管制规定的报告点时要进行位置报告。

1、除地区航行协议规定无线电通话发送的位置报告中可省略d、e、f外，所要求的位置报告必须包括下述各项：

- (1) 航空器识别标志；
- (2) 位置；
- (3) 时间；
- (4) 飞行高度层或高度，包括穿越高度层和许可的高度层，如未能保持许可的高度层；
- (5) 下一位置和飞越时间；
- (6) 下一个重要点。

2、在空地话音通信频道改变后，飞行高度层或高度要包括在首次呼叫当中。当要保持一个指定速度时，飞行机组须将这个速度包括在其位置报告中。

思考题:

话音位置报告需要报告哪些内容？

9.3.7 其他报告

备注:

知识掌握程度:

掌握航行和气象情报报告的方法和内容。

知识要点:

除常规位置报告外，如有要求或驾驶员认为有必要时，报告：

1. 预达时刻和续航情况；
2. 风向、风速、气温、湍流和航空器积冰情况。

一旦遇到下列特殊天气，必须主动报告：

1. 低空风切变
2. 强湍流；
3. 重积冰；
4. 强地形波；
5. 雷暴雨，
6. 大面积或飑线性的冰雹；
7. 强尘暴或强沙暴；
8. 火山灰云；
9. 火山喷发前活动或火山喷发。

思考题:

遇到哪些天气现象需要主动报告？

9.3.8 通信移交

备注:

知识掌握程度:

掌握正确的通信移交方法。

知识要点:

当航空器需要从一个无线电频率转换到另一个频率时，管制单位应通知航空器转换频率。如果管制单位没有通知，航空器驾驶员在转换频率之前应提醒空中交通管制员。

当其他空中交通服务单位需要和航空器进一步通话时，可指示航空器在“某频率上守听(STANDBY (frequency))”，也可指令“守听某广播频率(MONITOR (frequency))”。

例：

进近：国航玖玖捌，在塔台幺幺八点九频率上等待。

航空器驾驶员：幺幺八点九，国航玖玖捌。

思考题:

话音位置报告需要报告哪些内容？

9.4.1 仪表飞行规则的无线电通信

备注:

知识掌握程度:

掌握仪表飞行规则条件下的无线电通信规则。

知识要点:

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。

思考题:

仪表飞行规则下的无线电通信应当报告哪些事项？

9.4.2 双向无线电通信失效

备注:

知识掌握程度:

掌握双向无线电通信失效的运行程序。

知识要点:

1、双向无线电失效时应答机应拨至7600。如可能，通过其他地面电台或飞机转报。

2、运行程序

(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。

(3) 如果无线电失效发生在仪表飞行规则条件下，并且不能按照本条 (b) 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：

A. 按照下列规定确定飞行航线：

- i. 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。
- ii. 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；
- iii. 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；
- iv. 如果不能按照(c)(1)(iii)所述航线飞行时，则按照飞行计划所申请的航线飞行。

B、按照下列高度或高度层中最高者飞行：

- i. 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；
- ii. 仪表飞行规则运行的最低高度或高度层；
- iii. 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。

C. 离开空中交通管制许可界限

- i. 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。
- ii. 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。

思考题:

双向无线电通信失效情况下如何确定飞行航线？

9.4.3 按仪表飞行规则运行时的故障报告

备注:

知识掌握程度:

掌握通信失效情况下，仪表飞行规则运行时的故障报告。

知识要点:

1、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。

2、提交的报告中应当包括下列内容：

- (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。

思考题:

通信失效情况下，仪表飞行规则运行时的故障报告内容有哪些？

9. 4. 4 遇险和紧急程序

备注:

知识掌握程度:

掌握遇险和紧急程序。

知识要点:

1、紧急情况是指：与航空器及其他车辆安全或与机上或视线范围之内人员安全相关的一种情况，该情况不需要立刻援助。遇险是指：（正）受到严重及/或直接威胁，需要立刻援助的一种情况。

2、遇险或紧急通话的第一次通话时，以“MAYDAY”开始表示遇险信号；以“PAN PAN”开始表示紧急信号。遇险或紧急信号应讲三次，如“MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY”，或者“PAN PAN, PAN PAN, PAN PAN”。

3、遇险或紧急呼叫通常应在所使用的频率上完成。遇险呼叫通话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。国际航空紧急频率为 121.5MHz 和 243MHz。

4、在遇险或紧急通话业务中，在其后的任何通话开始时，也可使用遇险和紧急信号（MAYDAY 或 PAN PAN）。

5、遇险信号比所有通话具有优先权，紧急信号比遇险信号以外所有通话具有优先权。其他航空器应避免占用通话频率，除非遇险已经解除或已经终止。

6、遇险和紧急情况的信息应在当时所用的频率上发送，其内容的发送宜按照下列顺序：

- (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。

思考题:

发动机失火该如何呼叫？