

咨询通告

编号：AC-61-FS-2013-19

下发日期：2013年4月7日

编制部门：FS

批准人：万向东

---

## 特殊机动飞行训练

### 一、目的和适用范围

本咨询通告依据 CCAR-91 部、CCAR-61 部、CCAR-23 部相关要求制定，规范和明确飞机类别等级商用驾驶员执照以及教员等级训练中特殊机动飞行训练(CCAR-61 部第 61.159 条所指的特技飞行训练)的标准和内容，适用于按照 CCAR-61 部或 CCAR-141 部实施飞机类别等级商用驾驶员执照课程和教员等级课程的训练。滑翔机教员等级的特殊机动飞行训练可参考本咨询通告相关内容。

### 二、定义

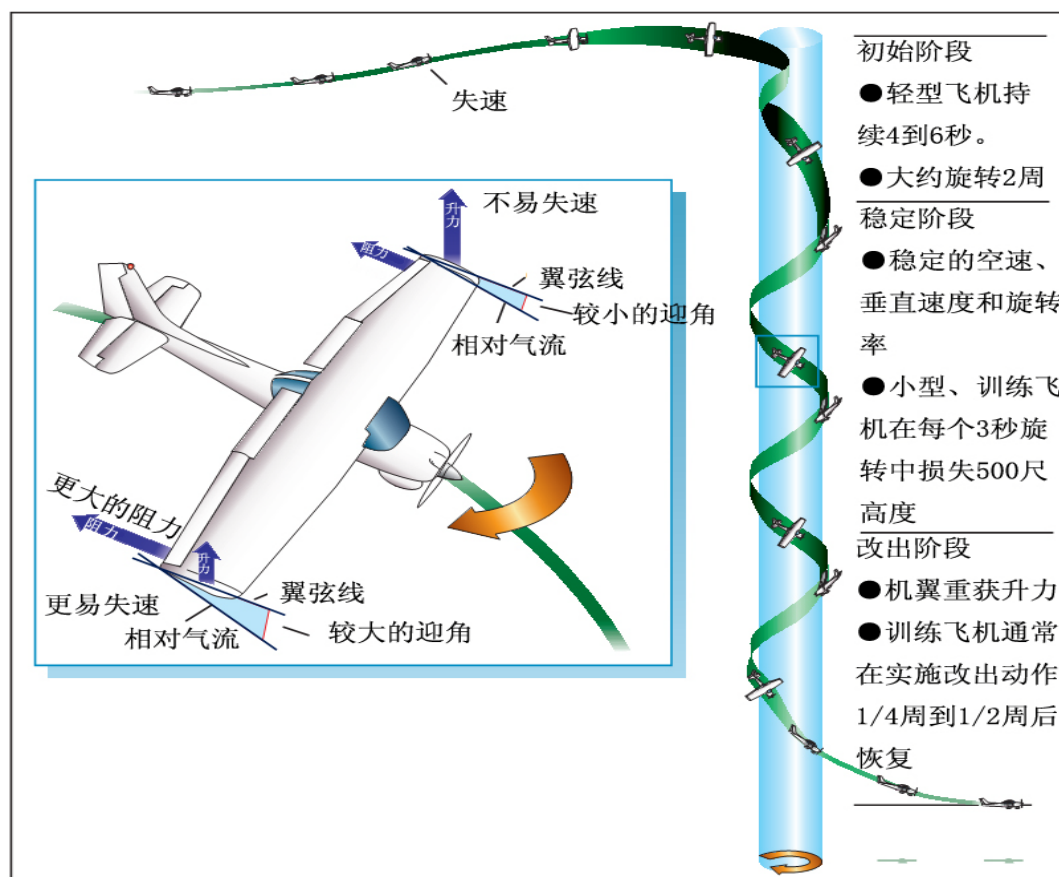
特殊机动飞行训练，是指为准确识别、熟练掌握飞行过程中，飞机意外进入非正常状态的现象和改出方法，全面了解、掌握飞机机动飞行性能，作为飞机类别等级商用驾驶员执照以及教员等级申请人应该接受的特定训练。该训练至少包括以下机动科目：

螺旋的识别、进入和改出，失速的识别和改出、急盘旋下降、大坡度盘旋、急上升转弯和懒“8”字。

### 三、机动科目要求

#### 1、螺旋

1.1 螺旋是指飞机失速后，产生的一种急剧滚转和偏转的运动，使飞机机头向下，绕空中某一垂直轴，沿半径很小很陡的螺旋线急剧下降的飞行状态。螺旋发生时，由于上偏机翼比下偏机翼的失速浅，从而导致一种旋转、偏航和俯仰的复合运动。



1.2 螺旋分为四个阶段：进入阶段、初始阶段、稳定阶段和改出阶段。进入阶段是指飞机开始失速、进入旋转前的阶段；初始阶段是自飞机开始失速、进入旋转开始至螺旋稳定形成的阶

段，此阶段飞机的空气动力和惯性力没有达到平衡，对于大多数飞机来说，在初始阶段飞机一般需要旋转两周；稳定阶段是指飞机的旋转角度、空速及下降速度等都趋于稳定，空气动力和惯性力已达到平衡的阶段；改出阶段是指自实施改出动作开始至螺旋完全停止的阶段。

对于飞机类别等级商用驾驶员执照以及教员等级的申请人，螺旋训练不要求进入到稳定阶段。

1.3 对于允许进行螺旋训练的飞机，飞机的重量与平衡对安全实施螺旋机动和顺利地改出螺旋至关重要。飞行员必须意识到即便很小的重量和重心变化都可能对螺旋的改出特性产生影响。

1.4 在任何航空器上进行螺旋训练之前，飞行员应该熟悉经批准的航空器飞行手册（AFM）或者飞行员操作手册（POH）中有关螺旋飞行的操作特点和操作程序，包括螺旋改出技术。如果没有特定的螺旋改出技术，通常来说，从螺旋中改出的动作第一步是油门慢车、副翼中立，在确定旋转方向后，使用最大行程的反舵，制止旋转。对于某些飞机仅需松杆就可以从失速中改出，但有的飞机则需向前推杆以改出失速。当旋转减慢，逐渐回平方向舵，以避免进入反方向螺旋。当螺旋停止且方向舵回平时，逐步带杆退出下降。过多或突然的带杆或在恢复过程中使用副翼或未及时回平方向舵可能会导致二次失速和另外的螺旋。螺旋过程中，由于离心力作用，可能会造成燃油中断，导致发动机停车，因此，在练习螺旋改出时应假设飞机失去功率。对于经批准的可

实施螺旋训练的大多数小型飞机，据粗略的估计，螺旋每旋转一周大约需要 3 秒，高度损失约 150 米（500 英尺），但随着密度高度增加，高度损失将增大。

## 2、失速

2.1 失速是指飞机迎角超过临界迎角，不能保持正常飞行的现象。当飞机超过临界迎角时，升力急剧减少并且阻力快速增加，如果不采取及时、恰当的修正动作从失速中改出，会导致螺旋或二次失速。与临界迎角相对应的是失速速度，失速速度可以在航空器飞行手册（AFM）或飞行员操作手册（POH）查到。飞机的重量、重心、构型和转弯坡度以及飞行的高度、温度、气流、机翼上的雪，冰或者霜等因素会影响失速速度。

a、重量。重量分布对飞机的稳定性有直接的影响，不管重心位置在哪里，总重量增加对航空器的飞行特性也有影响。当飞机的重量增加时，失速速度会增加，因为增加的重量要求飞机迎角增加以产生额外的升力来支撑自身重量。

b、重心。重心位置间接影响升力、迎角以及水平尾翼翼面上力的大小和方向。飞机为了平衡，需要水平尾翼翼面偏转适当角度来提供适当的力。如果重心向后部移动，升降舵偏转角将减小，飞机迎角增大同时升降舵操纵力减小，这不仅更容易进入意外失速，而且由于升降舵操纵力的减小，在失速改出过程中，也更容易产生较高的载荷因数。重心位置靠前则会导致失速速度增加，因此，重心位置对于飞机稳定性和失速/螺旋改出来说有重要影

响。

c、构型。襟翼、起落架以及其他的构型装置可以影响飞机的失速速度。在飞行中放出襟翼或起落架通常会增加阻力，但放出襟翼也会增大机翼的升力，并减少飞机的失速速度。飞行员可以通过飞机空速表上的标记直观看到襟翼对飞机失速速度的影响。

d、载荷因数。载荷因数是飞机机翼上产生的升力和实际飞机重量的比值，通常表示为“g”。飞机失速速度的增加量与载荷因数的平方根成正比。例如：正常失速速度为 45 节的飞机，当载荷因数是 4g 时，失速速度可以达到 90 节。因此载荷因数增加（如：飞机大坡度转弯或者螺旋）将导致飞机意外失速的可能性大大增加。转弯坡度的增加会引起载荷因数的增大，也将会引起飞机的失速速度增加。如果航空器因坡度过大而在机动速度以上失速，在失速之前就会损坏结构。如果大坡度转弯期间机头下沉，飞行员可能试图通过带杆而不是减小坡度保持飞机姿势，在此种情况下，过量的带杆会增加转弯加速度并能导致俯冲螺旋。从失速和螺旋中改出通常会出现高度损失以及空速增加，同时引起载荷因数的增大。应避免在高于飞机设计的机动速度上进行失速练习，这会引引起过高的载荷因数，以致结构损坏。

e、高度和温度。高度对飞机的失速速度的影响很小或者没有影响。高海拔的稀薄空气将导致航空器性能下降和相对于指示空速更高的真空速。实际温度高于标准温度也将增加真空速。而

真空速的增大对失速速度没有影响。因此无论着陆机场的海拔高度或者空气密度如何，着陆进近期间应该保持制造商建议的指示空速。

f、机翼上的雪，冰或霜。尽管航空器表面有很少的积雪、冰或者霜，也能引起航空器的失速速度增加。这些物质改变机翼的形状，引起流经机翼表面气流过早分离，增加阻力减小升力。当航空器表面有积雪、冰或者霜时不应该试图飞行。

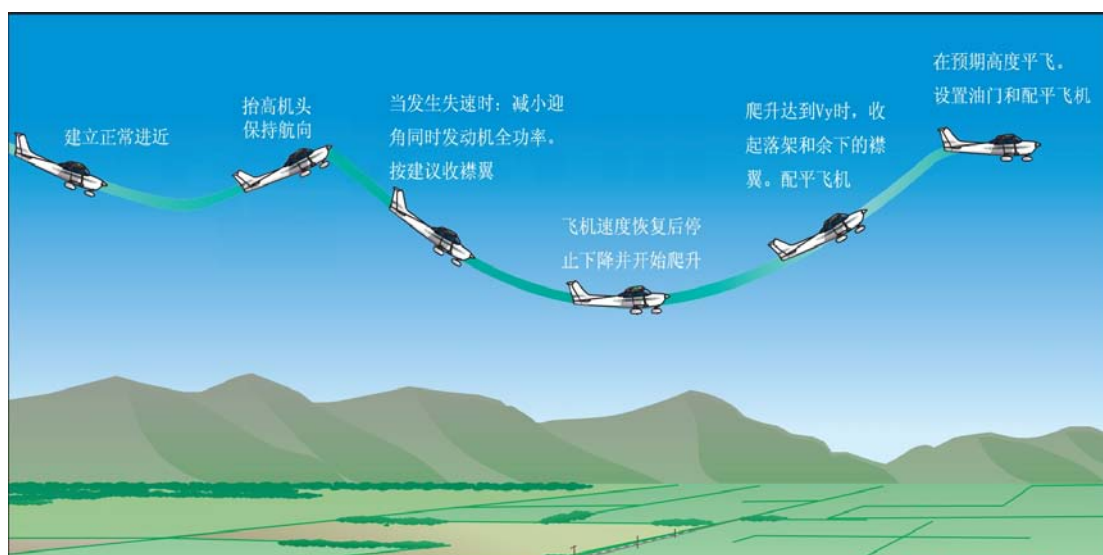
g、乱流。比起在稳定条件下，乱流可以引起航空器在很高的空速下失速。垂直阵风或风切变可导致相对风的突然变化，并导致迎角突然增加。尽管乱流通常可能不会保持到失速的形成，但是当飞行员试图控制垂直轨迹时，尤其是在乱流条件下进近时，航空器可能会失速。当在中度至强乱流或强侧风情况下飞行时，应该保持高于平常的进近速度。在中度或者强乱流巡航飞行时，应该使用高于指示失速速度并且低于机动速度的空速。

## 2.2 失速的分类

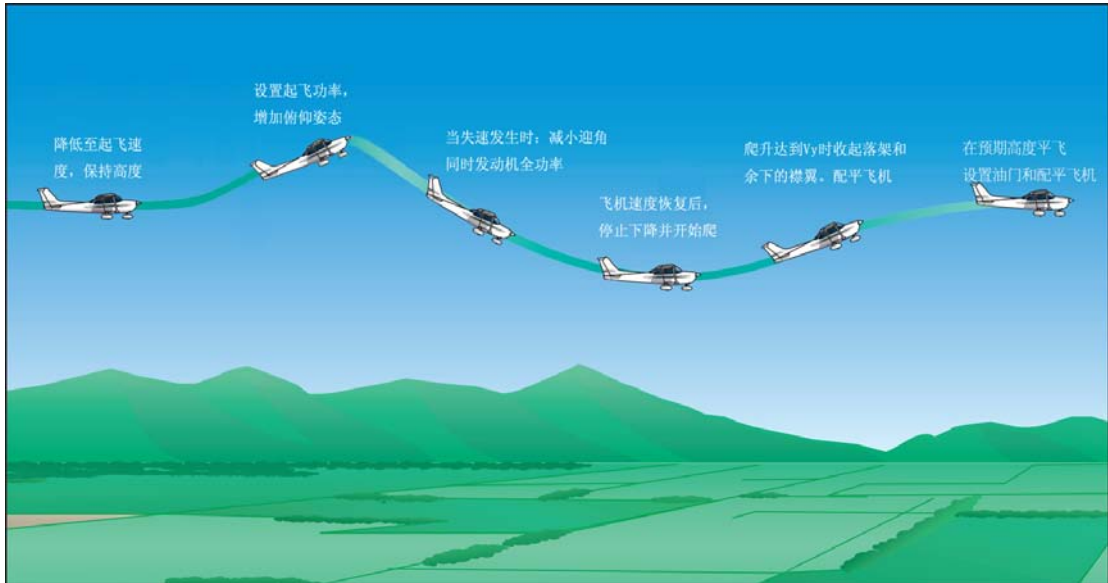
训练失速的目的是让受训人熟悉航空器特定失速的产生条件，帮助他们识别接近失速时的各种征兆，并培养出能够预防和及时改出失速的动作习惯，而不是把航空器放置到潜在危险条件之中。对于多发飞机，必须避免单发情况下失速。按照不同飞行阶段和不同飞行状态，失速可分为无功率失速、带功率失速、二次失速、加速失速、交叉控制失速和升降舵配平失速。

a、无功率失速。无功率失速的目的是模拟在正常进近着陆

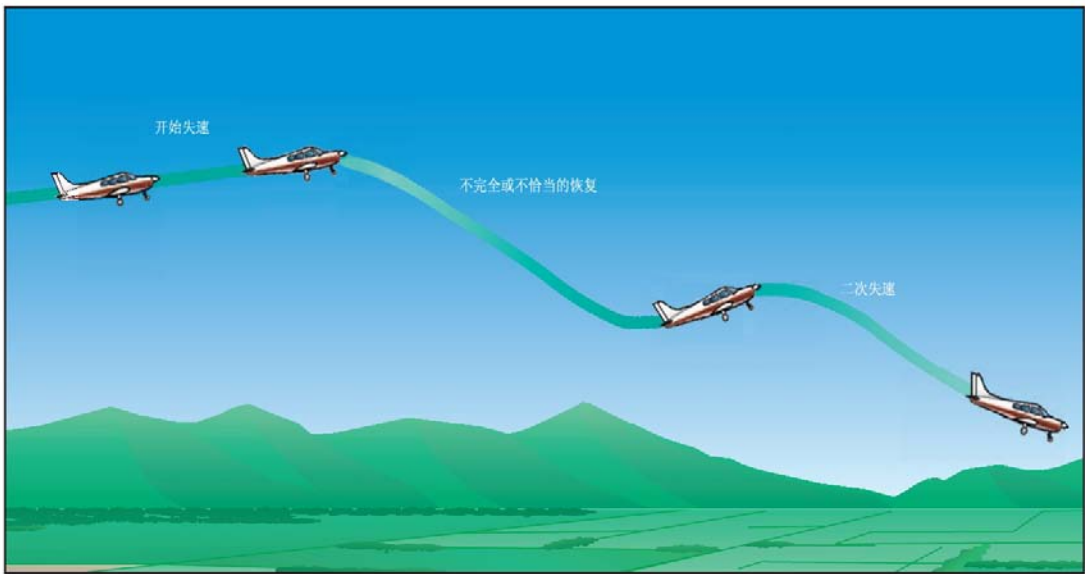
的构型和条件下，因飞行员操作不当而引起失速的发生。例如从中间进近阶段到最后进近阶段过程中的不正确操作的转弯；仅使用增加俯仰角在最后进近时从大下降率中修正下滑轨迹；在最后进近阶段或者起落航线中不正确的空速控制等。



b、带功率失速。带功率失速的目的是模拟在起飞爬升条件和构型下，因飞行员操作不当而引起失速的发生。训练时可以模拟直线起飞爬升失速或使用 $15^{\circ}$ 至 $20^{\circ}$ 坡度模拟爬升转弯时速。许多失速或螺旋事故发生在起飞阶段，尤其是在复飞期间。失速发生的原因通常是由于起飞爬升过程中飞机姿态过大或者飞行员过早收襟翼，短距离起飞时飞行员未能保持正确的飞行状态也易于导致失速的发生。



c、二次失速。如果没有正确地从失速中改出，可能导致二次失速或螺旋。二次失速通常会在以下几种情况下发生：从失速或螺旋改出到直线平飞过程中，飞行员操纵过于粗猛；失速改出过程中，俯仰姿态减小不够，导致飞机迎角减小不够；试图仅靠增大发动机功率来改出失速。当二次失速发生时，应采取正常的失速改出动作，松杆减小飞机俯仰姿态，当航空器重新获得了充足的空速后，再操纵其进入直线平飞状态。



d、加速失速。加速失速的训练目的是让飞行员熟悉当飞机

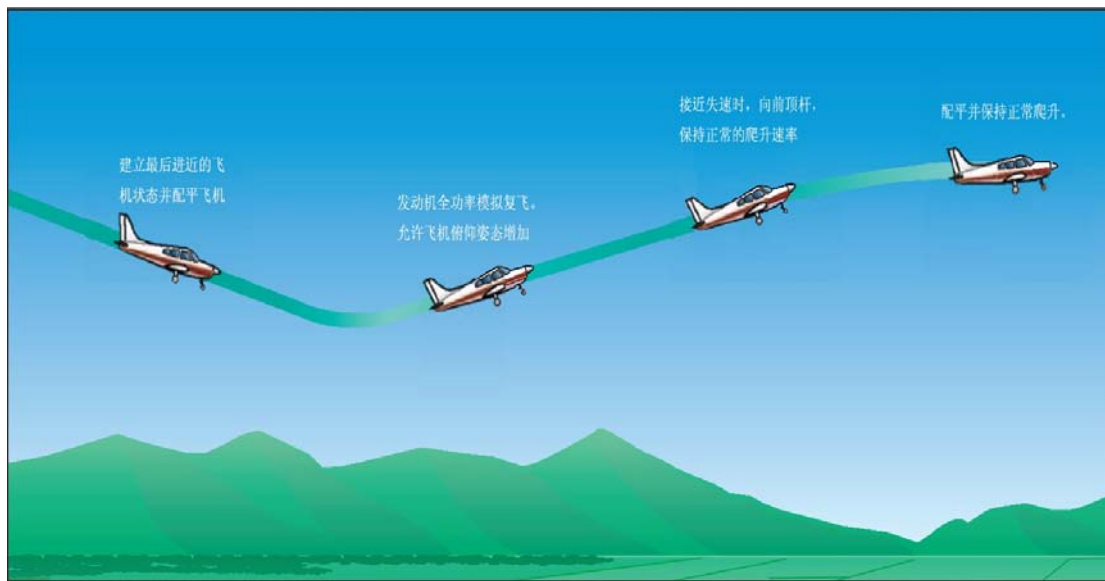


大坡度转弯或突然性大量带杆时，因载荷因数的增大而容易在较大空速下发生失速。此类在较大速度和较小迎角发生的失速比正常状态下的失速更加突然和严重，如不及时正确改出，容易进入螺旋。实施加速失速训练的方法是在合适的速度下控制飞机进入坡度不大于 $45^{\circ}$ 的转弯，坡度形成后逐渐带杆减速，直至失速发生。改出加速失速的动作应准确快速，通过松杆减小飞机迎角和增加发动机功率来获得足够的速度改出失速。因为训练加速失速过程中，飞机载荷因素较大，飞行员应查阅航空器飞行手册(AFM)或飞行员操作手册(POH)，确保所飞飞机的性能允许实施此种训练，而且训练时应在光洁外型下实施。由于训练的的目的是让飞行员了解认识加速失速的特征和改出方法，所以不建议在训练过程中进入深度失速。

e、交叉控制失速。交叉控制失速训练的的目的是使飞行员了解协调操纵盘舵的重要性以及不正确操纵可能带来的严重后果。该失速模拟当转入五边过晚时，飞行员急于对正跑道而过量使用转弯内侧方向舵以增加转弯率，同时为防止坡度过大和下降率增大,向转弯反方向压盘并且向后带杆而发生的失速现象。训练此失速时应在安全的高度上，起落架放下（如适用），襟翼零度，收光油门，当飞机减速到下滑速度后，保持不大于 $30^{\circ}$ 的坡度，然后过量使用转弯内侧方向舵，同时向转弯反方向压盘和向后带杆以保持坡度和俯仰姿态，直至失速发生。通常情况下，此失速改出方法为松杆减小俯仰姿态，同时盘舵中立，如有必要加满油

门，即可正确改出。由于交叉控制失速易于进入螺旋，所以不建议练习时进入深度失速状态。

f、升降舵配平失速。练习升降舵配平失速的目的是认识并防止复飞时没有正确控制飞机状态，在复飞功率和五边进近时较靠后方向舵配平的双重作用下，飞机俯仰姿态过大而发生的失速。训练该失速时，应在安全的高度上，起落架放下（如适用），襟翼部分放出，油门慢车，当飞机减速至下滑速度后，配平飞机，然后加满油门，当飞机俯仰姿态增大时，不实施任何控制，直至接近失速时，控制俯仰姿态到正常的上升姿态，并配平飞机以消除过重的顶杆力。



### 2.3 失速的识别

识别飞机即将进入失速的方法有多种。除非单发飞机高度在真高450米（1500英尺）以上、多发飞机真高在900米（3000英尺）以上有意实施深度失速训练外，当有下列现象之一出现时，表明飞机即将失速，飞行员需要警觉，做好立即实施正确的失速改出

动作的准备：

a、飞机杆、舵、盘操纵上的变化。当飞机速度减小时，操纵的力量和操纵反应会出现异常。

b、飞机或驾驶盘抖动。

c、气流流经机身声音的减小。

d、对于定矩螺旋桨飞机，在全功率状态下，失速前发动机转速会减小。

e、飞行员通过肌肉运动知觉感觉到飞机速度和高度的异常变化。

f、装有失速警告的飞机，失速警告告警。

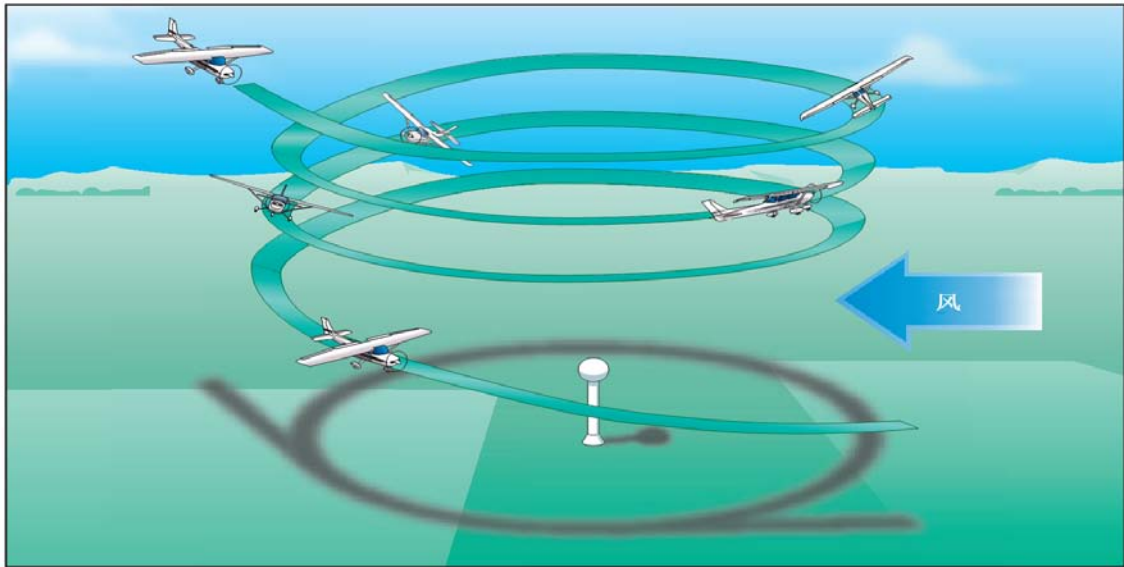
## 2.4 失速的改出

改出失速的关键是减小飞机迎角以重新获得升力和对飞机的有效操纵，当飞机迎角减小后，在可能的情况下增加发动机功率来尽快获得速度和减少高度损失。有些高性能飞机可能仅需增加功率和松杆即可从失速中改出。当飞机速度增加后应调整功率以获取所需的飞行状态。在练习失速时，要防止飞机速度超过速度表的红线标示。

## 3、急盘旋下降

3.1 急盘旋下降是指飞机以一较大坡度和稳定下滑速度，围绕地面一固定点以相同的转弯半径大俯角快速盘旋下降的飞行状态，在此状态下，飞机并没有失速发生。该机动训练科目不仅能够提高受训者对飞行速度的控制能力、空间定位能力、空中风

的修正能力以及注意力分配，而且可以通过训练提高当飞机在迫降场正上方时，如何消失高度进行迫降的准确性。



3.2 实施急盘旋下降应在安全的高度上，油门慢车，当选择的下滑速度达到时，围绕地面一固定点以不大于  $60^\circ$  的坡度控制恒定的转弯半径和下滑速度进行连续的  $360^\circ$  盘旋下降。在科目实施过程中应考虑如下因素：

a、空中风的影响。为保持恒定的转弯半径，必须考虑各高度层的空中风的大小和方向。为消除风的影响，当飞机的航向同空中风向相同时应逐渐增大坡度，同时为了保持速度应增大下滑角度；当飞机的航向同空中风向相反时应逐渐减小坡度，同时减小下滑角度。

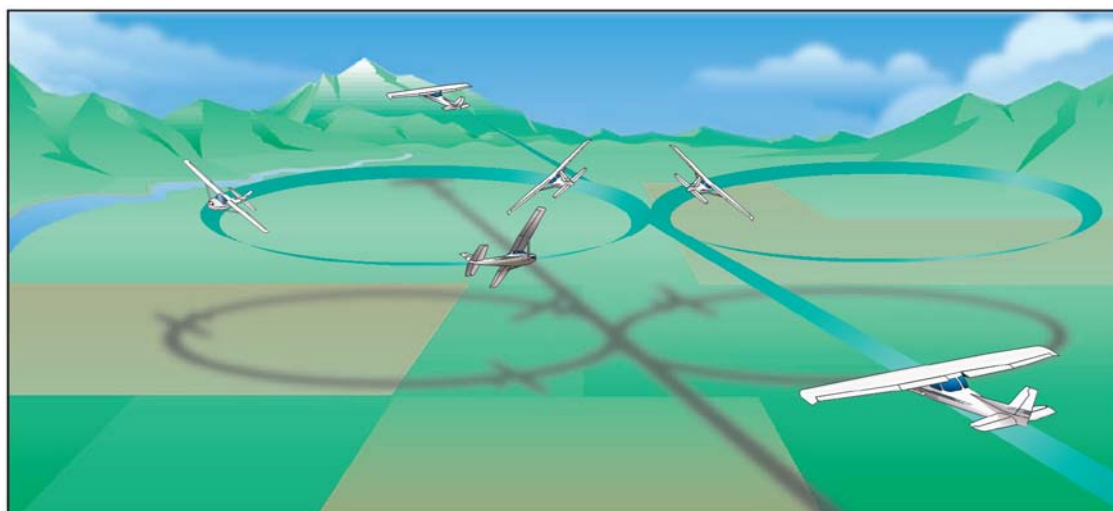
b、飞机发动机的温度。因为长时间慢车状态，会造成发动机温度过低，影响发动机工作的稳定，甚至导致空中停车，所以在实施科目中，根据发动机实际温度，可采用间断增大发动机功率的方法保持发动机工作的稳定。当油门增加时，为保持恒定的

速度，应减小下滑角度。

c、改出高度。为了安全起见，建议该科目改出高度不低于真高 450 米（1500 英尺）。

#### 4、大坡度盘旋

4.1 大坡度盘旋是指飞机在水平面内使用坡度超出  $45^\circ$  以上，进行不少于  $360^\circ$  协调连续转弯的机动飞行。训练该科目的目的是提高受训者在接近飞机性能极限的转弯中柔和、协调和准确操纵飞机的能力、空间定位能力以及合理快速的注意力分配。



4.2 大坡度盘旋训练应进行  $360^\circ$  或  $720^\circ$  连续等速平飞转弯。在实施科目过程中，应考虑下列因素：

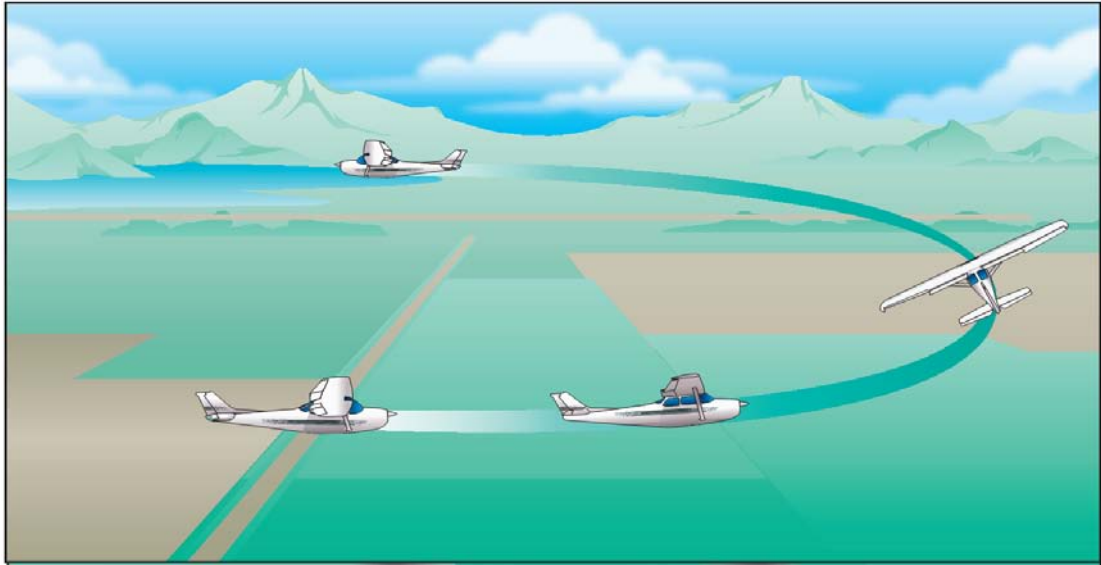
a、飞机的最大坡度转弯性能限制。飞机的转弯性能受发动机输出功率和载荷因数限制。载荷因数决定了飞机在不失速或不超过结构限制速度前提下的最大坡度。当飞机坡度一定是时，无论飞机型号或者飞行速度，飞机的载荷因数是一定的。例如，实施  $70^\circ$  协调转弯时载荷因数接近  $3g$ ，而对于大多数通用飞机来说，其载荷因数的限制是  $3.8g$ 。正因为如此，绝大多数小飞机

的最大坡度限制在  $50^{\circ}$  至  $60^{\circ}$ ，飞行员应严格按照经批准的航空器飞行手册（AFM）或者飞行员操作手册（POH）中的限制要求，实施大坡度转弯训练。

b、速度限制。因为该科目实施中飞机要承受较大的载荷，所以应在飞机的机动速度（ $V_A$ ）以下进行此科目。同时，由于飞机的失速速度与载荷因数的平方根成正比，随着坡度增大，载荷因数增大，失速速度也要增大，所以要充分考虑失速速度的变化。

## 5、急上升转弯

5.1 急上升转弯是指保持不大于  $30^{\circ}$  坡度转弯上升的飞机最大转弯爬升性能的训练，当航向变化  $90^{\circ}$  度时，飞机达到最大上升姿态，然后保持最大上升姿态逐渐改平坡度，当航向变化  $180^{\circ}$  度时，坡度改平。急上升转弯是最大性能爬升转弯，它从直线平飞开始，然后在完成精确的  $180^{\circ}$  转弯后飞机保持最小操纵速度直线爬升时结束。这种机动需要飞机达到其最大性能，使飞机在不失速前提下以给定坡度和功率设置获取尽可能多的高度。训练该科目的目的是提高受训者在飞机最大性能状态下的协调、准确操纵能力和飞行的计划能力。

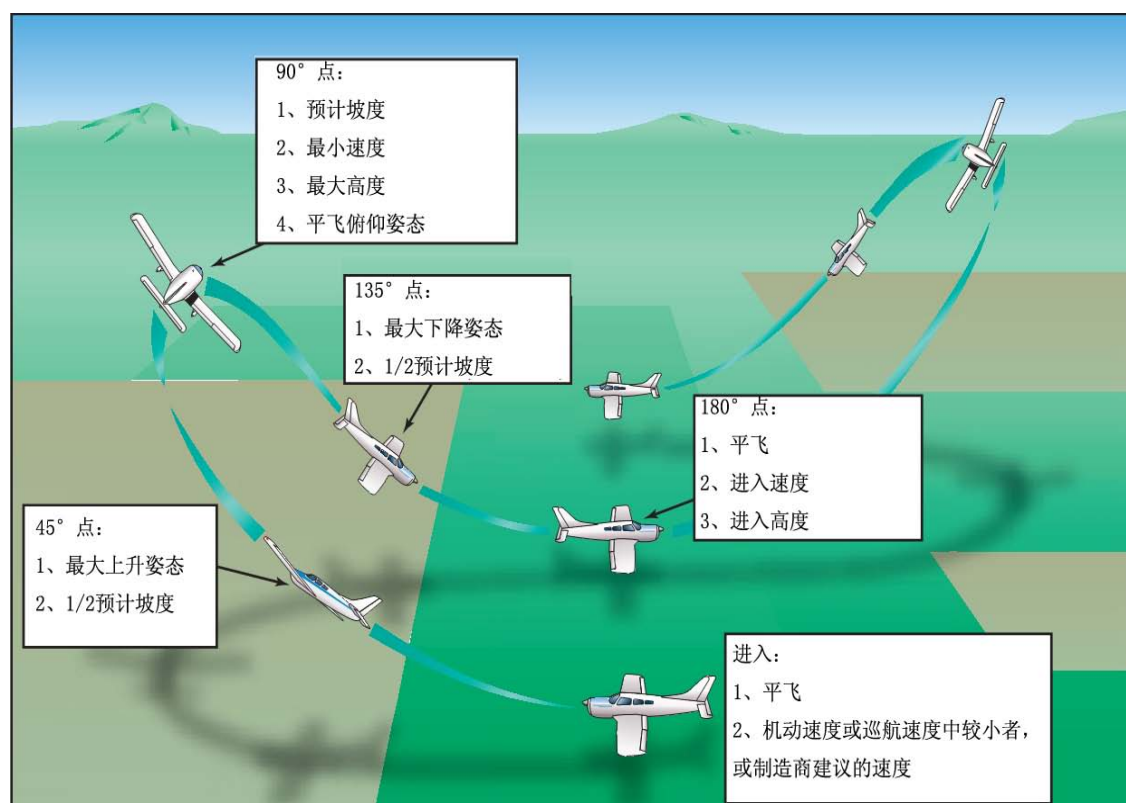


5.2 实施该科目时，应在飞机光洁外形下，以不大于飞机机动速度 ( $V_A$ ) 在直线平飞状态下开始科目，当飞机达到所选择的坡度时，逐渐增大俯仰姿态。对于定矩螺旋桨飞机，随着俯仰姿态增大，为了避免螺旋桨超转，应逐步柔和增加发动机功率至最大；对于变矩螺旋桨飞机可以始终保持巡航功率。由于科目实施过程中，速度逐渐减小，所以要充分考虑影响飞机扭转的力的作用，以保持协调转弯。

## 6、懒“8”字

6.1 懒“8”字是由两个除了转弯方向不同外，操作动作、训练内容和完成标准都一样的  $180^\circ$  转弯组成。对于一个  $180^\circ$  转弯，当飞机航向变化  $45^\circ$  时，坡度达到预计坡度一半，俯仰姿态逐渐由平飞姿态达到最大上升姿态；当航向变化  $90^\circ$  时，坡度达到预计坡度，俯仰姿态逐渐由最大上升姿态达到平飞姿态，此时速度达到比失速速度大 5 至 10 节的最小速度；当航向变化  $135^\circ$  时，坡度回到预计坡度一半，俯仰姿态则由平飞姿态逐渐

达到最大下降姿态；当航向变化  $180^\circ$  时，坡度改平，姿态回到平飞姿态，此时速度和高度应与进入科目时一样。训练懒“8”字的目的是在高度、速度变化量较大的情况下，通过转弯、上升和下降的有机组合，提高受训者的综合操纵能力和飞行计划能力。



6.2 在进入懒“8”科目时，飞机应在直线平飞状态下保持机动速度或者制造厂家推荐的速度，预计的转弯坡度最好不大于  $30^\circ$  在实施科目过程中，飞行员应正确设置好发动机功率，以满足科目规定的高度、速度要求。为了高质量完成该科目，进入前，飞行员最好分别在  $45^\circ$ 、 $90^\circ$  和  $135^\circ$  的方位上选择明显的地标作为参考。

#### 四、飞机要求



实施螺旋飞行训练的飞机必须是按照 CCAR-23 部颁发的实用类或特技类标准适航证的飞机。其中，

1、实用类飞机，是指座位设置（不包括驾驶员）为9 座或以下，最大审定起飞重量为5700 公斤（12500 磅）或以下，用于有限特技飞行的飞机。按实用类审定合格的飞机，可作正常飞行中遇到的任何机动、失速（不包括尾冲失速）、坡度不大于60°的懒“8”字飞行、急上升转弯和急转弯的非特技飞行动作和有限特技飞行动作。有限特技飞行包括：

(1)螺旋（如果对特定型号的飞机已批准作螺旋）；

(2)坡度大于60° 但不大于90° 的懒“8”字飞行、急上升转弯和急转弯。

2、特技类飞机，是指座位设置（不包括驾驶员）为9 座或以下，最大审定起飞重量为5700 公斤（12500 磅）或以下，除了由于所要求的飞行试验结果表明是必要的限制以外，在使用中不加限制的飞机。

## 五、训练时间要求

拟申请飞机类别商用驾驶员执照的申请人，必须接受授权教员实施的5小时特殊机动飞行训练，其中应包括不少于左右各三次的螺旋的识别、进入和改出训练。

## 六、训练内容要求

特殊机动飞行训练的受训人应熟练掌握下列技能：

1、对于商用驾驶员执照申请人应了解所有失速发生的原理，

并掌握无功率失速、带功率失速和二次失速的识别、进入和改出方法；对于教员等级申请人则应熟练掌握所有种类失速的识别、进入和改出方法，并具备失速相关的教学能力。

2、螺旋的识别和进入技术，以及螺旋初始阶段的改出技术。

3、急盘旋下降、大坡度盘旋、急上升转弯和懒“8”字的操纵技术。

## 七、教员资格要求

实施特殊机动飞行训练教学的飞行教员，应持有按照CCAR-61部颁发的具有相应类别级别等级和飞行教员等级的现行有效的驾驶员执照，对于进行螺旋教学的飞行教员，还应满足下列要求之一：

1、在实施螺旋教学前3个日历月内，有过螺旋教学的经历，或者：

2、在实施螺旋教学前一个月內，在具有实施螺旋教学资格的飞行教员监控下，完成至少5个螺旋识别、进入和改出训练。

## 八、训练其他要求

除经局方批准外，不得在下列情况下进行螺旋和急盘旋下降训练：

(1) 在任何城市、集镇或居住地的人口稠密区上空；

(2) 在露天的人员集会地点上空；

(3) 在任何局方指定的区域内；

(4) 在任何航路中心线两侧10千米范围之内；

(5) 距地面450米（1500英尺）以下；

(6) 飞行能见度低于5千米时。

## 九、生效日期

本咨询通告自下发之日起生效。自生效之日起，实施飞机类别等级商用驾驶员执照课程和教员等级课程的训练机构，须按照本咨询通告的有关内容实施相应的训练。