

波音 737 型飞机系统简述: 自动飞行

译自 Boeing 737 Systems Review - Automatic Flight

原文 www.smartcockpit.com

译文 T. Wang

www.matthewwang.xyz

January 10, 2017

Contents

1	概述	1
2	自动驾驶飞行指引系统 (AFDS)	1
2.1	概述	1
2.2	MCP 模式选择器电门	1
2.3	MCP 参数调定	2
2.4	不受控制的 MCP 高度变更	2
3	自动驾驶系统电源和无线电高度的丧失	3
3.1	自动驾驶系统电力不稳定或丧失	3
3.2	自动驾驶系统无线电高度的丧失	3
4	自动驾驶接通条件	3
5	自动驾驶驾驶盘转动	5
5.1	接通电门在 CWS 位或 CWS 电门灯亮起	5
5.2	CMD 电门灯亮时俯仰通道的驾驶盘转动	5
5.3	CMD 电门灯亮时滚转通道的驾驶盘转动	6
6	AFDS 的指令模式	6
6.1	高度截获模式 (ALT ACQ)	6
6.2	高度保持模式 (ALT HOLD)	7

6.3	垂直速度模式 (V/S)	7
6.4	高度层转换模式 (LVL CHG)	8
6.5	垂直导航模式 (VNAV)	8
6.6	航向选择模式 (HDG SEL)	9
6.7	甚高频全向信标导航或航向道模式 (VOR/LOC)	9
6.8	水平导航模式 (LNAV)	10
6.9	单通道 A/P 进场模式 (APP)	11
6.10	双通道 A/P 进场模式 (APP)	11
6.10.1	航向道和下滑道预位	11
6.10.2	航向道截获 (LOC)	11
6.10.3	下滑道截获 (G/S)	12
6.10.4	LOC 和 G/S 截获之后	12
6.10.5	800RA	12
6.10.6	400RA	12
6.10.7	拉平	13
6.11	自动驾驶复飞模式 (GA)	13
6.11.1	GA 的俯仰控制	13
6.11.2	GA 的滚转控制	14
6.11.3	离开 GA 模式	14
7	飞行指引仪 (F/D)	14
7.1	F/D 起飞模式 (TO)	16
7.2	F/D 复飞模式 (GA)	16
8	高度告警系统	17
8.1	737CL	17
8.2	737NG	18
9	自动油门	18
9.1	PMC (功率管理控制)/FADEC (全权数字电子发动机控制) 操作	19
9.2	接通与脱开	19
9.3	起飞模式	20
9.4	N1 模式	20
9.5	A/T 速度模式 (SPEED)	20
9.6	FMC 速度模式 (FMC SPD)	21
9.7	N1 平衡	21
9.8	ARM 模式	21

9.9	下降收油模式 (RETARD)	22
9.10	降落拉平收油模式 (RETARD)	22
9.11	复飞模式	22
9.12	A/T 模式的接通和转换	22
10	指令速度限制和恢复方式	23
10.1	指令速度限制	23
10.2	恢复方式	24
10.2.1	恢复标牌限制	24
10.2.2	恢复性能限制	24
10.2.3	恢复最小空速	25
11	在风切变中的 AFS 运行	25
11.1	概述	25
11.2	起飞和复飞	26
11.3	进场和着陆	26
12	油门模式指示	26
13	故障及指示灯号 (300-900 全型号适用)	27
13.1	A/P P RST 灯号 (两具, 红色或琥珀色)	27
13.2	STAB OUT OF TRIM 灯号 (琥珀色)	27
13.3	A/T P/RST 灯号 (两具, 红色或琥珀色)	27

1 概述

自动驾驶系统（AFS）包括自动驾驶飞行指引系统（AFDS）和自动油门（A/T）。

飞行管理计算机（FMC）为自动油门提供 N1 限值和目标 N1，并且为 A/T 和 AFDS 指令空速。

AFDS 和 A/T 由 AFDS 模式控制面板（MCP）控制，FMC 由控制显示组件（CDU）或多功能控制显示组件（MCDU）控制。¹

AFDS MCP 提供对 A/P、F/D、A/T 和高度告警功能的协调控制。

AFS 的模式信息显示在飞行模式指示器（FMA）上，对于 737CL 系列飞机，它在每位飞行员的 ADI 上方。对于 737NG 系列，它在 PFD 上。

通常情况下，AFDS 和 A/T 用于保持 FMC 计算的空速和/或推力设置。

2 自动驾驶飞行指引系统（AFDS）

2.1 概述

自动驾驶飞行指引系统（AFDS）由两部分组成。它包括两部独立的飞行控制计算机（FCC）和一个模式控制面板（MCP）。

这两部 FCC 由 A 和 B 标识。对于 A/P 运行，它们向对应的俯仰和滚转液压伺服机构发送控制指令。这些伺服器通过两个独立的液压系统来操作飞行控制面。

对于 F/D 运行，每部 FCC 为它们对应的 ADI/PFD 上的 F/D 指令杆进行定位。

2.2 MCP 模式选择器电门

这些电门用于按下以为 AFDS 和 A/T 选择需要的指令模式。

¹MCDU 和 CDU 的区别在于 MCDU 能够控制除 FMC 之外的其他系统。

ON 字样，或是两盏绿灯亮起，显示模式已被选择的状态。这些模式可以通过再次按下相应的电门来被取消选择。当一个模式激活时，取消选择由电门灯熄灭来指示，但可以被自动抑制（例如在 MCP 调定高度的 ALT HOLD 模式，见 6.2）。

当选定另一个模式与当前的自动飞行操作冲突时，按压模式选择电门没有效果。所有的 AFDS 模式可以通过选择另一个指令模式，或解除自动驾驶并将 F/D 电门置于 OFF 位来脱开。

2.3 MCP 参数调定

由 MCP 可以调定由两部 FCC 共用的速度，航向，高度和垂直速度的参数。

在 MCP 上有两个航道选择器和航道视窗，机长的航道选择器向 A FCC、1 号 VHF NAV 接收机、机长的水平状态指示器（HSI）或 ND 上的航道指针和航道偏离指示杆提供调定的航道信息。副驾驶的航道选择器向 B FCC、2 号 VHF NAV 接收机、副驾驶的水平状态指示器（HSI）或 ND 上的航道指针和航道偏离指示杆提供调定的航道信息。

当处于 VOR/LOC 或是 APP 模式时，A FCC（A A/P 和机长侧的 F/D）使用来自 1 号 VHF NAV 接收机的调定航道和导航数据。B FCC（B A/P 和副驾驶侧的 F/D）使用来自 2 号 VHF NAV 接收机的调定航道和导航数据。

在任何时候都可以为两部 VHF NAV 接收机调定不同的航道和频率。这可能导致机长和副驾驶 F/D 指令杆的显示不一致，并影响 A/P 运行。

2.4 不受控制的 MCP 高度变更

当 MCP 高度在高度选择器未动作情况下改变时，或 MCP 高度与 FCC 内存储的生效高度不一致时，FCC 会发出一个警报。这种警报包括如下三个方面：

- 间歇性的高度报警音
- 闪烁的高度报警灯
- MCP 高度视窗显示 50000 英尺

除非飞机位于地面且空速低于 60 节，或由旋转 MCP 高度选择器的旋钮而重置，这个警报将会持续。

在警报持续且 MCP 高度视窗显示 50000 英尺期间，FCC 参考它们最后存储的高度，而不是 MCP 高度视窗中显示的 50000 英尺。

当警报由旋转高度选择器旋钮而重置时，旋转的方向以及旋转的刻度将对 FCC 存储的高度值生效。这个高度值取代 MCP 高度视窗中显示的 50000 英尺并且成为新的生效高度。

3 自动驾驶系统电源和无线电高度的丧失

3.1 自动驾驶系统电力不稳定或丧失

电力的不稳定或丧失可能导致 AFDS 和/或 A/T 的脱开。在电力恢复之后，重新接通它们是可能的。

双通道 A/P 运行只有在两台发电机都向交流汇流条供电时才有可能进行。

3.2 自动驾驶系统无线电高度的丧失

两个独立的无线电高度计向相应的 FCC 提供无线电高度。机长侧的无线电高度计向 A/T 提供无线电高度。（原稿疑缺）

4 自动驾驶接通条件

每部 A/P 由一个单独的接通电门控制，根据安装的 MCP 型号的不同，开关的形制有差异。每套 A/P 都可以处于以下三种状态之一：

- OFF：摇头电门位于 OFF，或 CWS 和 CMD 电门灯熄灭。
- CWS：摇头电门位于 CWS，或 CWS 电门灯亮起。
- CMD：摇头电门位于 CMD，或 CMD 电门灯亮起。

除非以下两个条件被满足，否则 A/P 不能被接通：

- 没有施加在驾驶盘或驾驶杆上的作用力
- 自动驾驶安定面配平切断电门在 NORMAL 位置

一旦上述条件满足，并且没有系统失效，任意一套 A/P 可以被接通为 CWS 或 CMD 模式。当 A/P 接通为 CMD 模式时，人工施加操纵力将超控俯仰和/或滚转通道进入 CWS 模式，而 A/P 保持在 CMD 模式。

当 A/P 刚刚接通为 CMD 模式时，F/D 指令杆可能会移到视野之外。这发生在当 CMD 接通时 F/D 俯仰或滚转指令杆未能适当地归中的情况下，并且接通的 A/P 将在俯仰和/或滚转通道进入 CWS 模式。

在单通道 A/P 运行情况下，将第二部 A/P 接通在 CMD 或 CWS 模式会使第一部接通的 A/P 脱开。然而，当 APP 模式被选择且两部 VHF NAV 接收机都调谐在了同一个有效的 ILS 频率上时，两部 A/P 都将被保持接通为 CMD 模式。

当下列情况发生时，A/P 自动脱开：

- 按压任意一个自动驾驶脱开电门
- 当一部 A/P 接通在 CMD 或 CWS 模式且无线电高度小于 2000 英尺时，按压任一 TO/GA 电门
- 当接地后两部 A/P 都接通为 CMD 时，按压任一 TO/GA 电门
- 将 A/P 接通电门置于 OFF 位，按压亮着的 CMD 电门或者移动 A/P 脱开杆至脱开位
- 操作任一飞行员侧的驾驶盘配平电门
- 将自动驾驶安定面配平电门置于 CUTOFF 位
- 失去相应的液压系统的压力
- 左或右惯性基准系统故障或故障灯亮起
- 失去电力或因失去某个传感器的输入信号而妨碍接通的 A/P 及模式正常工作的

5 自动驾驶驾驶盘转动

5.1 接通电门在 CWS 位或 CWS 电门灯亮起

将接通电门置于 CWS 位或按下 CWS 电门，将 A/P 的横轴和纵轴接通为 CWS 模式并在 FMA 上显示 CWS P 和 CWS R。

当 CWS 接通时，A/P 按照施加于驾驶盘和驾驶杆的作用力来动作飞机，操纵力与手动飞行所需的相仿。当操纵力被撤去时，A/P 保持当前姿态。

如果在坡度 6° 及以下时释放操纵力，A/P 会将大翼回正并保持当前的航向。

这项功能在以下任一情况下被抑制：

- 无线电高度 1500 英尺以下且起落架放下
- 在 F/D 截获 VOR 信号后且真空速 150 节以下
- 在 F/D 处于 APP 模式且截获航向道后

5.2 CMD 电门灯亮时俯仰通道的驾驶盘转动

当以下情况发生时，纵轴接通为 CMD 但横轴接通为 CWS：

- 俯仰指令模式未被选择或被取消选择
- A/P 俯仰已被人工通过驾驶杆操纵力超控。超控所需的作用力比正常 CWS 操纵力大。当处于 APP 模式且两部 A/P 都被接通时，人工俯仰超控被抑制。

当 A/P 接通在 CMD 且在 CWS P 模式下接近调定高度时，CWS P 会变成 ALT ACQ 且，当达到选定高度时，ALT HOLD 接通。

如果在调定高度 ALT HOLD 模式下俯仰被人工超控，ALT HOLD 会变成 CWS P。如果在距离调定高度 250 英尺以内撤去操纵力，CWS P 会变成 ALT ACQ 且 A/P 操纵飞机回到调定高度并接通 ALT HOLD。如果俯仰操纵力保持至飞机离开调定高度 250 英尺以后，俯仰模式将保持为 CWS P。

5.3 CMD 电门灯亮时滚转通道的驾驶盘转动

当以下情况发生时，横轴接通为 CMD 但纵轴接通为 CWS:

- 滚转指令模式未被选择或被取消选择
- A/P 滚转已被人工通过驾驶盘操纵力超控。超控所需的作用力比正常 CWS 操纵力大。

当此模式接通时，CWS R 在 FMA 上显示。滚转指令模式此时可以被选择。

当 VOR/LOC 或 APP 模式预位时，A/P 接通为 CMD 且纵轴接通为 CWS 可以用于截获调定的无线电航道。当切入径向线或航向道时，F/D 和 A/P 模式从 CWS R 变为 VOR/LOC 接通且 A/P 追踪所选的航道。

6 AFDS 的指令模式

当 A/P 接通在 CMD 且/或一或两个 F/D 电门接通时，指令模式可以被预位或接通。起飞模式 (TO) 是一个仅供 F/D 使用的模式。在 APP 模式下的自动拉平是一个只有在两部 A/P 均接通的情况下才能进行的机动。

6.1 高度截获模式 (ALT ACQ)

ALT ACQ 模式是由 V/S, LVL CHG 或 VNAV (中途改平) 模式进入 ALT HOLD 模式时自动进入的过渡模式。当自动驾驶 CMD 电门接通且使用 CWS P 进行上升或下降时，ALT ACQ 模式也处于预位状态。

当离开 V/S, LVL CHG 或 VNAV (在 MCP 调定高度中途改平) 模式时，ALT ACQ 模式的接通由俯仰通道显示的 ALT ACQ 所指示。然而，当在 FMC 巡航高度离开 VNAV 模式时，在整个高度截获过程中 VNAV 保持显示。

当 ALT HOLD 电门被按下或下滑道被截获后，ALT ACQ 的接通被抑制。

6.2 高度保持模式（ALT HOLD）

ALT HOLD 模式提供俯仰指令来保持 FMC 所选定的高度或是 ALT HOLD 电门被按下时的高度。ALT HOLD 的接通有以下两种情况：

- 保持 MCP 调定的高度。这由显示 ALT HOLD 但 ALT HOLD 电门灯熄灭来指示。
- 保持非 MCP 调定的高度。这由显示 ALT HOLD 且 ALT HOLD 电门灯亮起来指示。

在以下条件之一满足时，ALT HOLD 在非 MCP 调定高度被接通：

- 在非 MCP 调定高度按下 ALT HOLD 电门
- 当 ALT HOLD 模式工作在 MCP 调定高度时，在 MCP 上调定一个新的高度

在下滑道被截获后，ALT HOLD 模式被抑制。

对于 A/P A 和 F/D A，MCP 上调定的高度以机长侧的高度表设置为基准。对于 A/P B 和 F/D B，MCP 上调定的高度以副驾驶侧的高度表设置为基准。在 ALT HOLD 接通后，高度表设置的变更并不改变 ALT HOLD 正在使用的高度基准。

6.3 垂直速度模式（V/S）

V/S 模式提供俯仰指令来维持调定的垂直速度。

V/S 模式有预位和接通两种状态。

除非在 MCP 调定高度且 ALT HOLD 模式被接通，或者在下滑道被截获以后，按压 V/S 电门可以接通 V/S 模式。当 V/S 模式接通时，垂直速度显示窗口由空白变为现有的垂直速度。目标垂直速度可以用 VERT SPEED 转轮来调定，向调定高度和背离调定高度飞行时，垂直速度都可以被调定。

当 ALT HOLD 模式接通且一个新的 MCP 高度被调定时，V/S 模式被预位。当 V/S 预位显示时，V/S 模式可以通过旋转 VERT SPEED 转轮来接通。

当 ALT ACQ 模式接通且一个新的 MCP 高度被调定时，V/S 模式自动接通。

6.4 高度层转换模式（LVL CHG）

LVL CHG 模式协调俯仰和推力指令来进行以调定空速向调定高度的自动爬升和下降。

LVL CHG 爬升或下降由调定一个新的高度并按压 LVL CHG 电门来开始。

在 LVL CHG 爬升期间，俯仰通道显示 MCP SPD，A/T 显示 N1。在 LVL CHG 下降期间，俯仰通道显示 MCP SPD 且在回收推力至怠速期间 A/T 显示 RETARD。当推力处于怠速时，A/T 显示 ARM。

如果在接通 LVL CHG 之前有生效的速度模式，调定的空速被保留为 LVL CHG 的指令空速。如果 LVL CHG 在无生效的速度模式时被接通，IAS/MACH 显示窗口和空速游标同步为现有空速，且现有空速成为 LVL CHG 指令空速。在 LVL CHG 接通之后，指令空速可以通过 MCP 上的速度选择器来改变。

6.5 垂直导航模式（VNAV）

当 VNAV 模式接通时，FMC 指令 AFDS 俯仰和 A/T 模式来按照 FMC CDU 上选定的垂直剖面飞行。这个剖面包括预选的爬升，巡航高度和速度，以及下降，也可以包括在特定航路点处的高度限制。这个剖面可能以向目标机场的 ILS 进场而结束。

当 FMC 性能初始化完成且其他 VNAV 标准满足时，按压 VNAV 电门可以选择 VNAV 模式。VNAV 电门灯亮起，MCP 的 IAS/MACH 显示窗口变为空白，且空速游标置于 FMC 指令空速。FMA 的 AFDS 俯仰通道显示为 VNAV SPD 或 VNAV PTH，A/T 模式显示为 FMC SPD，N1，RETARD，或 ARM。

VNAV 的爬升和下降受 MCP 调定高度的限制。VNAV 指令速度可以由 CDU 而被修改。

在 VNAV 巡航飞行期间，调定较低的 MCP 高度将预位 FMC，从而在到达 FMC 计算的下降顶点时开始自动下降。

在 VNAV PTH 下降期间，VNAV 保持接通直到：

- 下滑道被截获，或
- 另一俯仰模式被选定，或
- 没有截获航向道的情况下，LNAV 因超出要求的导航精度范围而脱开。

6.6 航向选择模式（HDG SEL）

按压 HDG SEL 电门将接通 HDG SEL 模式，AFDS 显示为 HDG SEL。

HDG SEL 提供滚转指令，以转向和保持 MCP 航向选择窗口调定的航向。当 HDG SEL 模式接通时，HDG SEL 会提供向更接近调定航向方向转向的指令。在 HDG SEL 被接通之后，如果航向选择旋钮被转动，HDG SEL 只会提供向与航向选择旋钮转动方向相同方向转向的指令。

侧倾角度限制由 MCP 上的侧倾角度选择器建立。

在 VOR/LOC 或 APP 模式下，截获调定的无线电航道时，HDG SEL 模式自动脱开。

6.7 甚高频全向信标导航或航向道模式（VOR/LOC）

VOR/LOC 模式包含两种模式，分别为甚高频全向信标导航模式（VOR）和航向道模式（LOC）。

VOR 模式提供滚转指令来截获并追踪调定的 VOR 航道。侧倾角度限制由 MCP 上的侧倾角度选择器建立。

LOC 模式提供滚转指令来沿着向台前航道方向截获并追踪调定的航向道。背航道追踪是不可用的。

当接收机调谐在 VOR 频率时，按压 VOR/LOC 电门将选定 VOR 模式。当接收机调谐在航向台频率时，按压 VOR/LOC 电门将选定 LOC 模式。VOR/LOC 电门灯亮起，且 FMA 显示 VOR/LOC 预位。调定的航道可以由以下方式截获：A/P 接通在 LNAV，HDG SEL 或接通在 CMD 时滚转通道接通未 CWS，等。截获点是可变的，依接近速率和切入角而定。航向道截获点不会晚于航道指示器 1/2 格。当处在航道截获区域，VOR/LOC 状态显示由预位变为截获，且 VOR/LOC 模式提供滚转指令来追踪 VOR 航道或航向道。

当接收机调谐在航向台频率，且 FMA 显示 VOR/LOC（预位或接通）时，无线电导航设备的信号源自动从机尾的接收机切换到机鼻的接收机。如果这一转换未能发生，航向道追踪和进近模式被抑制。

6.8 水平导航模式（LNAV）

在 LNAV 模式下，FMC 控制 AFDS 滚转来切入并追踪生效的 FMC 航路。期望的航路可以通过 CDU 来激活和调整。在航路导航之外，生效的航路可以包含终端程序，如 SID，STAR 和仪表进场。

使用 LNAV 模式时接通标准必须被满足：FMC 中必须有生效的航路，截获标准必须被满足，且 LNAV 电门被按下。

LNAV 截获标准分为两个类别：

- 当位于生效航段 3 海里以内时，任何航向都符合截获标准
- 位于生效航段 3 海里以外时，飞机必须处于一个夹角为 90° 及以下的切入航道上，并且可以在到达生效航点之前切入目标航段

由于几种原因，LNAV 会自动脱开：

- 当抵达生效航路末端时
- 进入航路不连续段时
- 切入一个向台进场航道时
- 失去截获标准（例如，修改了生效航路）或选择了 HDG SEL 模式时

6.9 单通道 A/P 进场模式 (APP)

如果在按压 APP 电门之后未将第二部 A/P 接通于 CMD，单通道 A/P ILS 进场可以被执行，除了以下的区别之外，单通道进场运行与双通道相同：

- 在整个航向道截获之后的进场期间，A/P 状态显示为单通道 (SINGLE CHANNEL)
- 全自动的拉平和滑跑功能不可用。FLARE 将不显示，并且额外的水平安定面配平不会被施加。
- A/P 复飞不可用

6.10 双通道 A/P 进场模式 (APP)

APP 模式预位 AFDS 来截获并追踪航向道和下滑道，APP 模式可以在单/双通道 A/P 运行中被接通。

APP 模式允许两部 A/P 同时被接通。双通道 A/P 运行在降落拉平和滑跑或自动复飞过程中提供失效消极保护控制。

在失效消极保护运行期间，飞行操纵将以较为轻缓的操作响应 A/P 的指令。

在 APP 模式可以被选择之前，与主控 FCC 向协调的 VHF NAV 接收机必须被调谐于一个 ILS 频率。对于双通道 A/P 进场，第二部 VHF NAV 接收机必须被调谐于与之相同的 ILS 频率，并且在抵达 800RA 之前，第二部 A/P 接通为 CMD。

6.10.1 航向道和下滑道预位

在调定航向道频率和磁航道之后，按压 APP 电门可以选择 APP 模式。APP 电门灯亮起且 VOR/LOC 和 G/S 显示为预位。APP 模式允许此时将第二部 A/P 接通为 CMD，这将预位第二部 A/P，它将在 LOC 和 G/S 截获且高度降低到 1500RA 以下时自动接通。

6.10.2 航向道截获 (LOC)

航向道可以在 HDG SEL，CWS R 或 LNAV 模式下被截获。

航向道截获点是可变的，依接近速率和切入角而定，但航向道截获不会晚于航道指示器 1/2 格发生。在航向道被截获时，VOR/LOC 显示为截获，A/P 状态显示为 1CH，先前的滚转模式脱开，且飞机转向并追踪航向道。

6.10.3 下滑道截获 (G/S)

在航向道截获以前不能截获下滑道。

下滑道可以从上方和下方截获，截获发生在下滑道指示器 2/5 点处，G/S 显示截获，先前的俯仰模式脱开，APP 电门灯熄灭，且油门模式显示为 GA。

6.10.4 LOC 和 G/S 截获之后

在 LOC 和 G/S 截获之后，APP 模式只能由按压 TO/GA 电门，或脱开 A/P 并将两个 F/D 电门置于 OFF，或重新调谐 VHF NAV 接收机来脱开。

在 1500RA 以上，A/P 不会因无效的 ILS 信号而脱开，然而 F/D 指令杆会收回，以指示信号无效。

在 1500RA 以下且截获 LOC 和 G/S 很短时间以后，第二部 A/P 接通至飞行控制，FLARE 显示为预位，A/P 复飞模式预位，但不显示。

横轴和纵轴不能被超控进入 CWS 模式，人工强行超控会导致自动驾驶脱开。

6.10.5 800RA

为了执行双通道 A/P 进场，第二部 A/P 必须在 800RA 之前接通为 CMD，否则在此之后，第二部 A/P 接通为 CMD 被抑制。

6.10.6 400RA

在自动着陆期间，400RA 处水平安定面会自动进行上仰配平。如果 A/P 在这之后被脱开，为保持期望的仰角，可能需要更大的向前操纵力。

如果在约 350RA 处 FLARE 未预位，两部 A/P 都将自动脱开。

6.10.7 拉平

A/P 的拉平机动大约在 50RA 处开始，并在接地时完成。拉平接通时，FLARE 被显示，且 F/D 指令杆收回。

对于 737-400/NG：在 50RA 处，水平安定面再一次被自动配平，以提供额外的上仰。

在大约 27RA 处，A/T 开始减小油门，并在接地时到达怠速。在接地后大约两秒钟，A/T 自动脱开。

在接地后，A/P 必须手动脱开，自动滑跑模式不可用。

6.11 自动驾驶复飞模式（GA）

A/P 复飞模式要求双通道 A/P 运行，且当 FLARE 预位时，A/P 复飞模式被预位。A/P 复飞在 FLARE 显示为预位之前，或者是接地之后，将不能被接通。

警告：如果在接地后 A/T 脱开前选择 GA 模式，A/P 将脱开，且 A/T 可能指令复飞推力。

按压任一 TO/GA 电门将接通 GA 模式，且 AFDS 显示为 GA 接通。

MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口变为空白，空速游标定位于 AFDS 指令空速，此指令空速是当前襟翼构型下的机动速度。

6.11.1 GA 的俯仰控制

在 GA 模式接通时，油门杆向前运行至减推力复飞 N1（由 A/T 计算机计算），在达到减推力复飞 N1 后按压任一 TO/GA 电门将使油门增加到复飞 N1（由 FMC 计算）。

A/P 初始指令一个 15° 仰角的姿态，空速游标定位于当前襟翼构型下的机动速度，当计划的爬升率建立之后，A/P 控制俯仰，以保持基于正常襟翼构型机动速度的空速。

6.11.2 GA 的滚转控制

当 GA 模式接通时，A/P 保持在 GA 接通时飞机的地面航迹。

6.11.3 离开 GA 模式

在 400RA 以下，若要将俯仰或滚转通道调离 GA 模式，必须脱开 A/P。在 400RA 以上，其他的俯仰和滚转模式可以被选定。

如果滚转模式在俯仰模式之前被改变，选定的滚转模式将接通为单通道 A/P 滚转运行，并且由第一部接通为 CMD 的 A/P 控制。俯仰运行保持在双通道 A/P 复飞模式。

如果俯仰模式在滚转模式之前被改变，选定的俯仰模式接通为单通道 A/P 俯仰运行且由第一部接通为 CMD 的 A/P 控制，第二部 A/P 脱开。滚转模式将进入 CWS R，且 A/T 与推力模式都将接通为俯仰和滚转可共用的模式。

在足以允许单通道 A/P 运行的机鼻向下配平量被输入之前，俯仰模式不能被调离 GA。这个机鼻向下的配平量被自动施加，以重置进近时 400RA 和 50RA（737-400/NG）处的配平输入。

当俯仰模式接通为 GA 时，接近调定高度时 ALT ACQ 接通，且，如果水平安定面位置允许单 A/P 运行的话，ALT HOLD 在调定高度接通。

若调定的高度在 GA 接通高度至少 1000 英尺以上，由 GA 至 ALT ACQ 的转换一般都能成功。如果使用了满推力来进行复飞，可能需要一个更高的调定高度。

7 飞行指引仪（F/D）

F/D 指令在与 A/P 相同的指令模式下工作，除了：

- 起飞模式（TO）是一个只供 F/D 使用的模式
- 对于单引擎运行，双 F/D 指引是可用的
- F/D 不具有降落拉平能力

- 在 ILS 进场时约 50RA 处，F/D 指令杆退出视野

MCP 上的两具 F/D 电门控制每位飞行员的 F/D 的开启和关闭。如果俯仰和滚转指令模式已被接通，将一个电门置于 ON 可以在相应飞行员的 ADI 或 PFD 上显示指令杆。如果俯仰或滚转指令模式均没有被接通，F/D 指令杆不会出现。F/D 可以在接通 A/P 和 A/T 与否的情况下使用。F/D 指令模式可以在一部 A/P 接通为 CWS 时使用。

主控 FCC 由亮起的相应主控（Master, MA）F/D 指示灯来指示。主控 FCC 按以下的方式决定：

- 当任何一部 A/P 都未接通为 CMD 时，第一部接通的 F/D 的 FCC 为主控
- 当一或两部 A/P 接通为 CMD 时，第一部接通为 CMD 的 A/P 的 FCC 为主控，不论哪一部 F/D 首先接通。

在正常情况下，A FCC 驱动机长侧的指令杆，而 B FCC 驱动副驾驶侧的指令杆。当两部 F/D 电门都在 ON 位置时，两位飞行员的 F/D 模式逻辑由主控 FCC 控制，且两部 ADI 或 PFD 显示相同的模式状态。若两位飞行员的 VHF NAV 频率和/或调定的磁航道不同，他们的 F/D 指令可能不一致。

在特定的情况下，F/D 模式直接由相应的 FCC 控制。这样的独立 F/D 运行在无任一 A/P 接通为 CMD，两个 F/D 电门在 ON 位，且以下的模式情形中存在任一时发生：

- APP 模式接通，且 LOC 和 G/S 截获
- GA 模式接通，且低于 400RA
- TO 模式接通，且低于 400RA

独立 F/D 运行由两个 MA 灯同时亮起来指示。机长侧和副驾驶侧的俯仰指令可能存在 2 至 3 度的差异。当独立运行终止时，伺服侧的 MA 灯熄灭。

如果在 F/D 起飞或复飞期间一具引擎发电机失效，未受影响侧的 FCC 将为两部 ADI 或 PFD 上的 F/D 指令杆定位。如果受到影响侧的 F/D 的 MA 灯是亮起的（主控 FCC 受到影响），在交流汇流条转换时它会熄灭。

7.1 F/D 起飞模式 (TO)

F/D 起飞模式由按压任意油门杆上的 TO/GA 电门来接通。AFDS 显示为 TO/GA 和 HDG SEL。

初始的 F/D 俯仰指令是 10 度俯角，滚转通道保持 HDG SEL。在 IAS 达到 60 节时，F/D 俯仰通道指令变为 15 度仰角，滚转通道保持 HDG SEL。

在飞机离地后，F/D 俯仰指令将保持 15 度仰角，直到建立足够大的上升率。此后，F/D 将指令俯仰以维持 MCP 调定空速加 20 节，此空速应该在航前调定。当任一 A/P 接通为 CMD，或 MCP 速度选择旋钮被转动，20 节空速被自动加到 MCP 显示的数值上。此后，更高的速度可以被调定。

F/D 滚转模式从起飞模式接通，到初始爬升阶段结束，保持在 HDG SEL。

若要在 400RA 以下终止起飞模式，两个 F/D 电门必须都被置于 OFF 位。

在 400RA 以上，起飞模式可以由选择其他 F/D 俯仰模式，或将一部 A/P 接通为 CMD 来终止。

在一次 F/D 起飞后将一部 A/P 接通为 CMD 会自动将 A/P 和 F/D 的俯仰通道接通为 LVL CHG 且滚转通道接通为 HDG SEL。如果在这之前，F/D 滚转模式由 HDG SEL 转换为 VNAV 或 VOR/LOC，A/P 接通时的滚转模式将与 F/D 相同。当 LVL CHG 接通时，MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口和空速游标显示为 V_2+20 节。

起飞过程中，如果在达到 V_2 之前一具引擎失效，F/D 俯仰指令将保持 V_2 。如果在达到 V_2 之后一具引擎失效，但此时空速小于 V_2+20 节，F/D 俯仰指令保持引擎失效时的空速。如果在达到或高于 V_2+20 节的速度下发生引擎失效，F/D 俯仰指令保持 V_2+20 节。F/D 俯仰指令速度永远不会低于当前襟翼构型下的 V_2 。滚转控制与双引擎运行时保持一致。

7.2 F/D 复飞模式 (GA)

在单引擎复飞过程中，F/D 的俯仰指令在起初是保持 15 度仰角。但是，当爬升率增大时，F/D 俯仰指令保持目标空速。滚转指令与双引擎复飞时

相同。

如果在 GA 模式接通前发生引擎失效，MCP 上调定的空速将成为目标空速。

如果在 GA 模式接通后发生引擎失效，F/D 的指令空速取决于自 GA 模式接通起是否已经过去了 10 秒钟。

- 如果在 GA 接通 10 秒内发生引擎失效，MCP 上调定的进近速度将成为目标空速。
- 如果在 GA 接通 10 秒后发生引擎失效，并且引擎失效时的空速在 GA 接通时空速的上下五节范围内，GA 接通时的空速将成为目标空速。
- 如果在 GA 接通 10 秒后发生引擎失效，并且引擎失效时的空速与 GA 接通时空速的差异大于五节，则当前的空速成为目标空速。

除非在风切的情况下，GA 的目标空速不会小于当前襟翼构型下的 V2。

F/D 的指令空速显示在 MCP 上，并且由空速游标在速度带上标明，直到更高的空速在 MCP 上被调定，不会有指令的加速发生。。

在两部 F/D 电门都处于 ON 位时，机长和副驾驶的俯仰指令可能存在 2-3 度的差异。

8 高度告警系统

高度告警参照 MCP 上调定的高度，接近或离开调定的高度将会触发告警。在襟翼伸展至 25 度或更大，或下滑道已被截获的情况下，高度告警被抑制。

8.1 737CL

告警包括一盏琥珀色的 ALTITUDE ALERT 灯，位于每位飞行员的主高度计旁边。并且，作为偏离调定高度的告警，还有一个短促的声音。

当飞机进入调定高度上下 750 英尺范围时，两盏 ALTITUDE ALERT 灯都会常亮（截获警报）。当飞机达到调定高度上下 250 英尺范围时，两盏灯将会熄灭。

当飞机偏离调定高度 250 英尺以上时，一个短促的声音响起，并且两盏 ALTITUDE ALERT 灯闪烁（偏离警报）。它们的闪烁将会持续，直到：

- 高度偏离值小于 250 英尺，或
- 新的高度值被调定

8.2 737NG

告警包括 PFD 高度显示上的白色或琥珀色矩形。并且，作为偏离调定高度的告警，还有一个短促的声音。

当飞机进入调定高度上下 750 英尺范围时，在调定高度显示的四周会显示白色的矩形，并且现在高度显示四周的矩形会加粗（截获警报）。当飞机达到调定高度上下 200 英尺范围时，在调定高度显示四周的白色矩形消失。

当飞机偏离调定高度 200 英尺以上时，一个短促的声音响起，并且现在高度显示四周的方盒会变为琥珀色并闪烁（偏离警报）。它们的闪烁将会持续，直到：

- 高度偏离值小于 200 英尺，或
- 新的高度值被调定

9 自动油门

自动油门系统（A/T）提供在从起飞，爬升，巡航，下降，进近至复飞或着陆的过程中的自动化推力控制。在正常运行中，FMC 为 A/T 提供 N1 限值。

A/T 通过位于每支油门杆上单独的伺服电机来移动它们。手动地调整油门杆位置并不会导致 A/T 的脱开，除非在双通道进场期间 FLARE 预位已经显示后，两支油门杆的位置之间出现超过 10 度的差异。A/T 有可能会重新调整油门杆的位置来满足计算出的推力需求，除了在 THRUST HOLD 和 ARM 模式下。

9.1 PMC（功率管理控制）/FADEC（全权数字电子发动机控制）操作

不论 PMC 系统开或关（对 737NG 而言是 EEC 处于 ON 或 ALTN 状态），A/T 系统都能够正常运行。在任何一种状态下，A/T 计算机都不会超过 FMC 给出的 N1 限值。

9.2 接通与脱开

将 A/T ARM 电门置于 ARM 位，将预位自动油门，从而在 N1，MCP SPD 或 FMC SPD 模式下被接通。A/T ARM 电门由磁力保持在 ARM 位置，并且当 A/T 脱开时返回 OFF 位。

以下任意一种情形会导致 A/T 的脱开：

- 将 A/T ARM 电门置于 OFF 位
- 按压任一个 A/T 脱开电门
- 一个 A/T 系统的错误被检测到
- 在接地后超过两秒钟
- 在双通道进场时 FLARE 预位显示后，两支油门杆的位置之间出现超过 10 度的差异

A/T 脱开后 A/T ARM 电门被释放回 OFF 位，且红色的 A/T 脱开灯号闪烁。

A/T 脱开灯号可以用以下任意一种方式熄灭（有关脱开灯号，详见第 13 章）：

- 将 A/T ARM 电门置于 ARM 位
- 按压任一 A/T 脱开灯号
- 按压任一 A/T 脱开电门

如果 A/T 是在接地后自动脱开，A/T 脱开灯号将不会亮起。

9.3 起飞模式

飞机在地面上时，A/T 预位且指令起飞 N1 限值在 CDU 上被调定后，按压任一 TO/GA 电门将接通起飞模式。A/T 模式显示由 ARM 变为 N1，并且油门杆向前运动直至起飞推力被调定。

A/T 调定指令起飞推力，THR HOLD 在 64 节或 84 节显示（这取决于飞机上安装的 A/T 计算机型号）。这表明 A/T 将不能调整油门杆的位置，但油门杆可以被人工推动。

在离地后，A/T 保持在 THR HOLD 模式，直到 400RA 并且自离地起已经经过约 18 秒钟。对于 737NG，A/T 保持在 THR HOLD 直到 800RA。A/T 模式显示此后由 THR HOLD 变为 ARM。这时，按压 N1 电门可以减小油门至爬升推力。

在离地后两分三十秒前，接通 LVL CHG 或 VS 模式时自动减小推力至爬升推力的功能被抑制。如果 VNAV，ALT ACQ 或 ALT HOLD 在这两分三十秒时间内被接通，自动减小推力的功能将正常运行。

9.4 N1 模式

A/T 保持推力于一个由 CDU 调定的指令 N1 限值。A/T 模式显示为 N1 并且 N1 电门会亮起。按压 N1 电门会将 A/T 模式由 N1 变为 ARM（脱开了 N1 模式）。

如果在 A/T 接通为 N1 模式时发生引擎失效，失效引擎所对应的油门杆将会向前运行几度，然后返回另一支油门杆的位置，或者比它更向后。

9.5 A/T 速度模式（SPEED）

当起飞阶段完成之后，A/T 速度模式在整个飞行过程中都是可用的。在与接通的 AFDS 俯仰模式相兼容的情况下，按压 MCP 上的 SPEED 电门将选定速度模式，A/T 模式显示为 MCP SPD 并且 SPEED 电门灯亮起。在 MCP 上的 IAS/MACH 显示窗内显示的空速或马赫数是指令空速或马赫数。A/T 不会设定超过显示的 N1 限值的推力，但是 A/T 可以超越人工 N1 设置旋钮手动设定的 N1 值。

如果在 A/T 接通为 SPEED 模式时发生引擎失效，两支油门杆会同时向前运行，以保持指令空速或马赫数。

当在最终进场阶段飞机处于着陆构型时，A/T 通过空速和加速度传感来提供正常的阵风修正。

在 400RA 以下时，A/T 的油门杆响应速率和发动机功率水平都足以将发动机置于紧急加速范围内。

9.6 FMC 速度模式（FMC SPD）

FMC SPD 模式是一种在 VNAV 运行期间由 FMC 指令的 A/T 模式。当它接通时，MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口是空白的。空速游标被置于 FMC 指令的空速，且 A/T 保持这个指令空速（或马赫数）。

A/T 不会设定超过显示的 N1 限值的推力。

9.7 N1 平衡

A/T 尝试通过两个独立的油门杆控制伺服电机来平衡两侧引擎的 N1。平衡控制限制于两支油门杆的位置相差 8 度以内。

9.8 ARM 模式

当 A/T 预位电门处于 ARM 并且没有 A/T 模式接通时，A/T 模式显示为 ARM。

当 A/T 模式显示为 ARM 时，油门杆可以在不受 A/T 系统干预下被人工推动。

在起飞期间，A/T 模式会自动由 THR HOLD 切换为 ARM。

在对应的电门灯亮起期间，由按压相应电门而脱开 SPEED 或 N1 模式时，A/T 模式会自动地由 SPEED 或 N1 切换为 ARM。

9.9 下降收油模式 (RETARD)

在 LVL CHG 和 VNAV 下降 (VNAV 巡航下降除外) 期间, A/T 接通并且其模式显示为 RETARD。当油门杆运动到慢车位, 或是在运动到慢车位之前被人工制约时, RETARD 模式切换为 ARM 模式。

9.10 降落拉平收油模式 (RETARD)

在降落期间, RETARD 模式接通, 自动油门将在 FLARE 模式接通 2.5 秒后或飞机下降至 27RA 时 (以先发生者为准), 减小推力并且模式显示为 RETARD。

在非精密或是目视进场期间, 若襟翼伸展到 15 度或以下, 并且 AFDS 未处于 ALT ACQ 或是 ALT HOLD 模式, 自动油门 RETARD 模式将在 27RA 自动接通。A/T 将在接地后约两秒钟自动脱开。

9.11 复飞模式

当 A/T 预位电门处于 ARM 位, 并且飞机下降至 2000RA 以下时, 不论 AFDS 是否接通, 或是当 G/S 截获时, A/T 复飞模式将被预位。一经预位, A/T 复飞模式可以在接地后两秒钟之前任一时刻被接通。

按压任一 TO/GA 电门将接通 A/T 复飞模式, A/T 模式显示为 GA 并且油门杆向前运动直到减小的复飞推力设定 (由 A/T 计算机计算)。在达到了减小的复飞推力之后, 按压任一 TO/GA 电门将指令 A/T 增大推力至满推力复飞 N1 限值 (由 FMC 计算)。

在达到 (减小与否) 的复飞推力后, A/T 的复飞模式可以在选择另一个 AFDS 俯仰模式或是当 ALT ACQ 显示为接通时终止。

在单 F/D 复飞期间, A/T 将会增大推力至满推力复飞 N1 限值。

9.12 A/T 模式的接通和转换

以下是一个简要的 A/T 模式接通和转换说明:

- 当 AFDS 指令俯仰模式接通时, A/T 的 SPEED 或 N1 模式自动接通

- 当与其他接通的 AFDS 模式兼容时，A/T 的 SPEED 或 N1 模式可以被人工地，以按压相应电门的方式选择或取消选择
- 接通 LVL CHG 或 VNAV 爬升模式将自动接通 A/T 的 N1 模式
- 接通 LVL CHG 或 VNAV 下降模式（VNAV 巡航下降除外）将自动接通 A/T 的 RETARD 模式，或是 ARM 模式（如果油门已经处于慢车位）
- 接通 ALT HOLD 或截获下滑道将自动接通 A/T 的 MCP SPD 模式，或是 FMC SPD 模式（如果是在中间的 VNAV 改平点）

10 指令速度限制和恢复方式

AFS 指令限制和恢复方式与失速告警和马赫数告警系统相互独立。

10.1 指令速度限制

AFS 提供的速度，仰角和推力指令会防止超过以下的限制：

- V_{mo}/M_{mo}
- 襟翼标牌
- 起落架标牌
- 最小空速

高于 V_{mo}/M_{mo} 的空速不能由 MCP 调定。超过襟翼和起落架标牌空速或者是低于最小空速的空速可以被调定。

最小空速值基于迎角，并且约为当前襟翼构型下 V_s 的 1.3 倍。它由前段机身两侧各一的迎角传感片测定。减速板的伸出并不计算在内。

如果一个比标牌空速高，或是比最小空速低的空速被调定，AFS 将会容许飞机加速或减速到相应的限值附近，然后将相应的空速限值作为指令空速。

当调定的空速不能被达到时，超速或空速过低限制标志将出现在 MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口内。

俯仰模式或是推力模式，不论哪一个接通为了空速模式，将会尝试保持限值空速。这个指令空速和 MCP 上的超速或空速过低限制标志将会持续，直到另一个不超过限值的空速被调定。为了移除空速过低限制标志，必须调定一个比最小空速高 15 节以上的空速。

10.2 恢复方式

在某些飞行条件下，有 AFDS 或自动油门单独控制速度是不能够防止超过空速限值的。如果发生此情况，AFDS 或自动油门方式就自动转换到更加有效的组合方式上。恢复方式包括：

- 恢复标牌限制
- 恢复性能限制
- 恢复最小空速

恢复方式在达到空速限值之前就会出现。AFDS 和自动油门都具有恢复方式，根据导致恢复的条件启动。

10.2.1 恢复标牌限制

当飞机达到一个标牌（起落架，襟翼或 V_{mo}/M_{mo} ）空速限值时，超速限值标记会出现在 MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口内，并且如下的情形将会发生：当 A/T 预位但 AFDS 或 A/T 不在控制空速时，A/T 恢复为 SPEED 模式，并且其指令空速稍低于标牌空速。若 AFDS 或 A/T 在控制空速，则无须恢复。AFDS 或 A/T 中在控制空速者将保持一个稍低于标牌空速的空速。若 A/T 不可用，没有可用的针对起落架或襟翼标牌空速限值的恢复。AFDS 对 V_{mo}/M_{mo} 空速限值恢复速度控制。

10.2.2 恢复性能限制

仅在 V/S 模式下运行且调定的垂直速度-空速组合超出了推力所能够维持调定的空速的能力的情况下，这一功能才会生效。如果空速低于 MCP 调定值的 5 节以上并且未在增加，AFS 恢复为 LVL CHG 模式并且空速过低限制标志显示在 MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口中。

空速过低限制标志保持显示，直到另一个空速被调定，或是另一个俯仰模式被选择。

在自动驾驶接通，且 A/T 处于 OFF 位时，也会出现针对性能限制的恢复。

10.2.3 恢复最小空速

AFDS 和 A/T 不会操纵飞机进入一个低于现有襟翼构型所允许最小空速的空速。这一空速大约是失速速度的 1.3 倍。减速板的伸出并不计算在内。最小空速，FMC 空速或是调定空速三者中的最高者成为指令空速。如果实际空速等于或是略低于最小空速，空速过低限制标记会出现在 MCP 上的 IAS/MACH 显示窗口中，并且，如果在 V/S 模式下运行，AFDS 恢复为 LVL CHG 模式。

AFS 将会指令一个比最小空速高 5 节的空速。调定一个比最小空速高 15 节及以上的空速将会重新激活正常的 MCP 空速调节控制。如果油门杆未能向前运行，AFDS 指令机鼻向下的俯仰动作来增加空速。当实际空速比最小空速高 15 节时，空速过低限制标志消失。

当在 LVL CHG 模式下爬升，指令空速等于最小空速并且最低上升率不能在降低空速的条件下建立时，A/P 脱开并且 F/D 指令杆收回。

恢复最小空速当 A/T 处于 OFF 位时，并且 AFDS 处于 ALT HOLD, AIT ACQ (仅限 737CL)，或是在下滑道截获后，将不可用。

11 在风切变中的 AFS 运行

11.1 概述

自动驾驶仪和飞行指引仪能够提供积极的修正动作来抵御大多数风切变造成的影响。

自动油门系统也能通过提供对于任何空速的降低或升高的快速响应来帮助改出风切变。一般的飞行员可能认为指令功率超过了必须的值，但实际上，这是此种环境条件下所需要的。

11.2 起飞和复飞

如果在 F/D 起飞或复飞中遭遇风切变，F/D 俯仰指令杆将会提供保持 V2+20 节空速的指令，直到垂直速度下降至约 600 英尺每分钟。这时，F/D 俯仰指令杆将指令一个 15 度仰角的姿态。如果垂直速度继续减小，F/D 继续指令这个 15 度仰角的姿态，直到一个差不多会激活震杆器的空速。当飞机离开风切变时，F/D 程序将会被逆序执行：当上升率增加到约 600 英尺每分钟时，F/D 指令俯仰姿态来加速到 V2+20 节。A/P 和 F/D 在 A/P 和 F/D 复飞中有着相似的运行方式。

11.3 进场和着陆

如果在 ILS 进场期间遭遇风切，F/D 和 A/P 都会尽可能保持飞机高度不变，或是将飞机保持在下滑道上（如果下滑道已经被截获的话），而不考虑迎角和震杆器的限制。如果飞行员不通过按压 TO/GA 电门的方式介入，或是脱开自动驾驶而手动飞行，空速可能降低到震杆器激活，或是进入失速。

12 油门模式指示

油门模式指示位于中央显示器 N1RPM 读数的上方。它为自动油门或手动推力控制指示生效的 N1 限值参考。如果在 737CL 上参考旋钮被推入，或在 737NG 上的 N1 SET 外层旋钮被置于 AUTO，N1 限值也会以游标形式显示在 N1RPM 指示器上。

通常情况下，N1 限值由 FMC 计算。当 FMC 的 N1 限值计算失效时，或者任一具引擎的 N1 低于 18%，A/T LIM 将显示，并且 A/T 计算机将为受影响的引擎计算一个单一的 N1 限值

- (R)TO: (减推力) 起飞
- (R)CLB: (减推力) 爬升
- CRZ: 巡航
- G/A: 复飞
- CON: 连续推力

- —: FMC 未在计算 N1 限值
- A/T LIM: 指示 A/T 计算机正在为受影响的一或两具发动机计算一个降级的 N1 限值

13 故障及指示灯号（300-900 全型号适用）

13.1 A/P P RST 灯号（两具，红色或琥珀色）

此灯号在自动驾驶脱开时以红色闪烁，并且一个声音响起。此灯号及声音可以由按压任何一个灯或是 A/P 脱开电门来重置。

在以下的情况中红色常亮：

- 在双通道进场中，800RA 以下水平安定面未配平
- 在 A/P 复飞过程中，由于水平安定面未配平，不能进行单 A/P 运行，导致 ALT ACQ 模式被抑制（参见 6.11.3）
- 脱开灯号测试电门被置于位置 2
- 自动地面系统测试未通过

在脱开灯号测试电门被置于位置 1 时，此灯号以琥珀色常亮。

此灯号在 A/P 接通为 CMD 时发生俯仰或滚转通道自动恢复为 CWS 方式的情况下以琥珀色闪烁，并且在任何一个灯被按压或是其他模式被接通时重置。

13.2 STAB OUT OF TRIM 灯号（琥珀色）

此灯号仅当 A/P 接通时才运行，在 A/P 未接通时保持熄灭。

当此灯亮起时，意味着 A/P 未能妥善配平水平安定面

13.3 A/T P/RST 灯号（两具，红色或琥珀色）

闪烁的红色：F/D 和 A/T 已经脱开

常亮的红色：脱开灯号测试电门被置于位置 2

常亮的琥珀色：脱开灯号测试电门被置于位置 1

闪烁的琥珀色：当以下所有情况出现时，指示 A/T 空速错误（空速未保持在指令速度 +10 节或-5 节范围内）：飞行中襟翼未收起，并且 A/T 接通为 MCP SPD 或 FMC SPD 模式

如果 A/T 接通，并且存在以下的情况，一个自动的 A/T P/RST 灯号闪烁琥珀色功能测试将被进行。A/T P/RST 灯号以琥珀色闪烁两秒钟，保持熄灭两秒钟，然后再闪烁两秒钟：MCP SPD 或 FMC SPD 是 A/T 的生效模式，飞机已经升空两分三十秒以上，并且襟翼未收起。