

交通警戒和防撞系统 — 介绍

概述

交通警戒和防撞系统 (TCAS) 有助于机组维持与其他装有 ATC 应答机的飞机之间的空中交通安全间隔。TCAS 是一种机载系统，它独立于地面的 ATC 系统而工作。

TCAS 向邻近飞机发送询问信号，那些装有空中交通管制雷达信标系统 (ATCRBS) 应答机或一种空中交通管制 S 模式应答机的飞机响应此询问，TCAS 利用这些应答信号计算和它们之间的距离，相对方位和应答飞机的高度。如果响应的飞机并不报告高度，TCAS 不能计算该飞机的高度。被 TCAS 所跟踪着的飞机称为目标。

利用应答信号中的信息和自身飞机的高度，TCAS 算出目标和自身飞机之间的相对运动。TCAS 然后计算目标将如何在最最接近点 (CPA) 贴近自身飞机。

目标被分类列为下列 4 种中的一种，取决于在 CPA 点的间隔和 CPA 点将发生的时间：

- 其他交通
- 接近交通
- 入侵者
- 威胁。

各种目标在显示器上的符号不同。

如果 CPA 间隔在某一限度以内，TCAS 向机组提供咨询信息。TCAS 以机组提供两个等级的咨询信息，即交通咨询 (TA) 和解脱咨询 (RA)，咨询等级取决于高度和 CPA 发生时间和在 CPA 处的间隔大小。交通咨询 (TA) 为直至 CPA 发生的时间还相对地更远一些，并且 CPA 点和入侵目标的间隔相对大一些。解脱咨询 (RA) 为到达 CPA 发生的时间相对地很短，并且 CPA 点和威胁目标的间隔相对地更小。

交通咨询 (TA) 表示了入侵目标的距离、方位和相对高度（如果已知其高度的）。解脱咨询 (RA) 还向机组发出目视的和语音指令，明确那里是离开威胁目标的安全的垂直间隔。

TCAS 还和另一架装有 TCAS 的飞机通信，协调其飞行动作防止相撞。

缩略语

abs	绝对
abv	高于
ADIRU	大气数据惯性基准组件
AGL	高于地面
AI	高度指示器
ant	天线

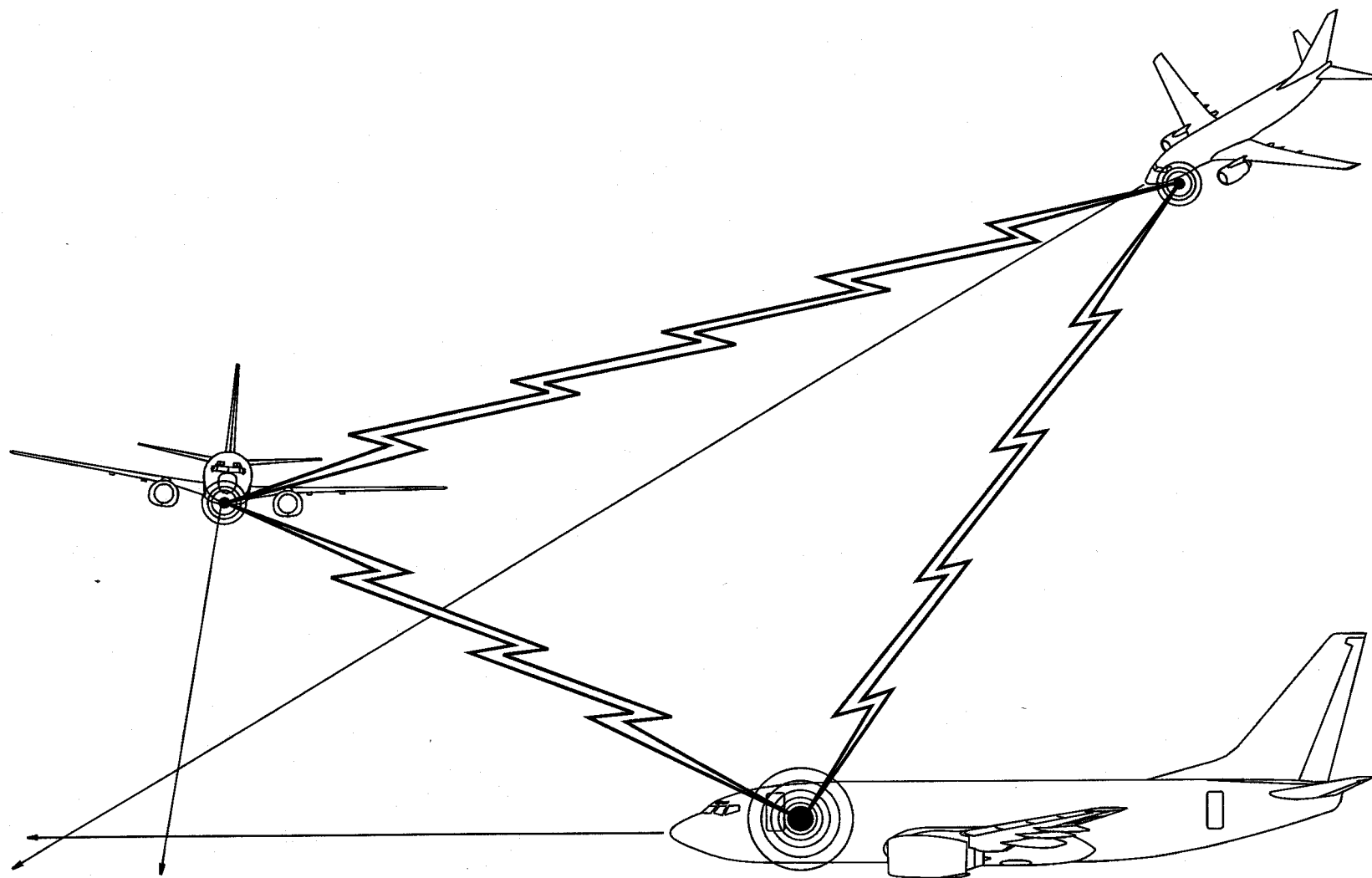
交通警戒和防撞系统 — 介绍

arpt	机场
ATC	空中交通管制
ATCRBS	空中交通管制雷达信标系统
BITE	机内自检设备
blw	低于
cds	通用显示系统
CPA	最接近点
CPU	中央处理器
CTR	中央、中心
DEU	显示电子组件
DME	测距设备、测距仪
EFIS	电子飞行仪表系统
Exp	扩展的（扇形的）
FDAU	飞行数据采集组件
FL	飞行高度层、飞行高度
FPM	每分钟×英尺，即 尺/分

fwd	向前、前方
gnd	接地、地面
GPWC	近地警告计算机
grd	接地、地面
iIdent	识别、识别码
IF	中频、中间频率
INT	询问机
I/O	输入/输出
L	左
LED	发光二极管
max	最大
MHz	兆赫
NCD	无计算数据
NM	海里，即里
norm	正常
R	右
RA	解脱咨询
rel	相对

REU	远距电子组件	Wpt	航路点
RF	无线电射频、射频	Xfr	转换
R/T	接收机/发射机、收发机	Xpndr	应答机
stby	待用		
sw	电门		
TA	交通咨询		
TAS	真空速		
TAU	到达最近点时间		
TCAS	交通警戒和防撞系统		
tfc	交通		
trk	航迹		
VOR	甚高频全切信杆		
VSI	垂直速度指示器		

有效性
YE201



交通警戒和避撞系统 一介绍

34—45—00

TCAS — 概述

概述

交通警戒和防撞系统（TCAS）向其他飞机发射信号并接收其他飞机的信号，以获取其高度、距离和方位数据。其他飞机报告它自己的高度，和其他飞机之间的距离是从测量向其他飞机发射询问信号并接收到应答信号之间的时间而算出的，方位是用方向性天线算出的。TCAS 利用这些数据以及从机载飞机系统输入的其他数据提供其他飞机位置的目视指示以及交通防撞警戒的目视和语音信息。

概述

TCAS 的组件有：

- TCAS 方向性天线（2 个）
- TCAS 计算机
- 应答机/防撞控制板。

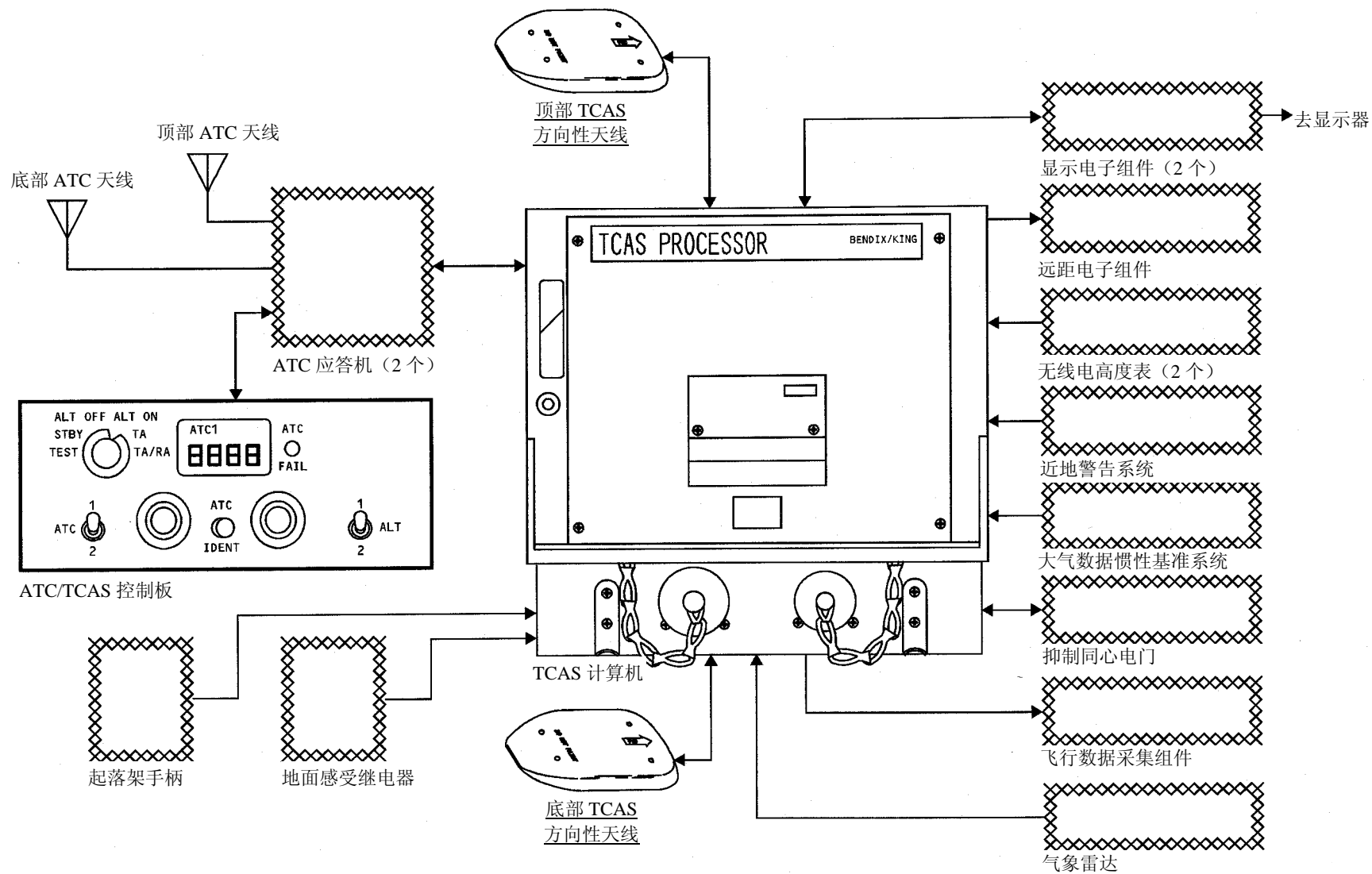
TCAS 和其他系统部件之间的接口为：

- ATC 应答机（2 个）
- 起落架手柄
- 接近电门电子组件（PSEU）
- 通用显示系统（CDS）显示电子组件（DEU）2 个
- 远距电子组件（DEU）
- 无线电高度表（2 个）

- 近地警告计算机（GPWC）
- 气象雷达
- 左大气数据惯性基准组件（ADIRU）
- 抑制同轴三通
- 飞行数据获取组件（FDAU）。

有效性
YE201

34—45—00



TCAS — 概述

TCAS — 部件位置

电子设备舱

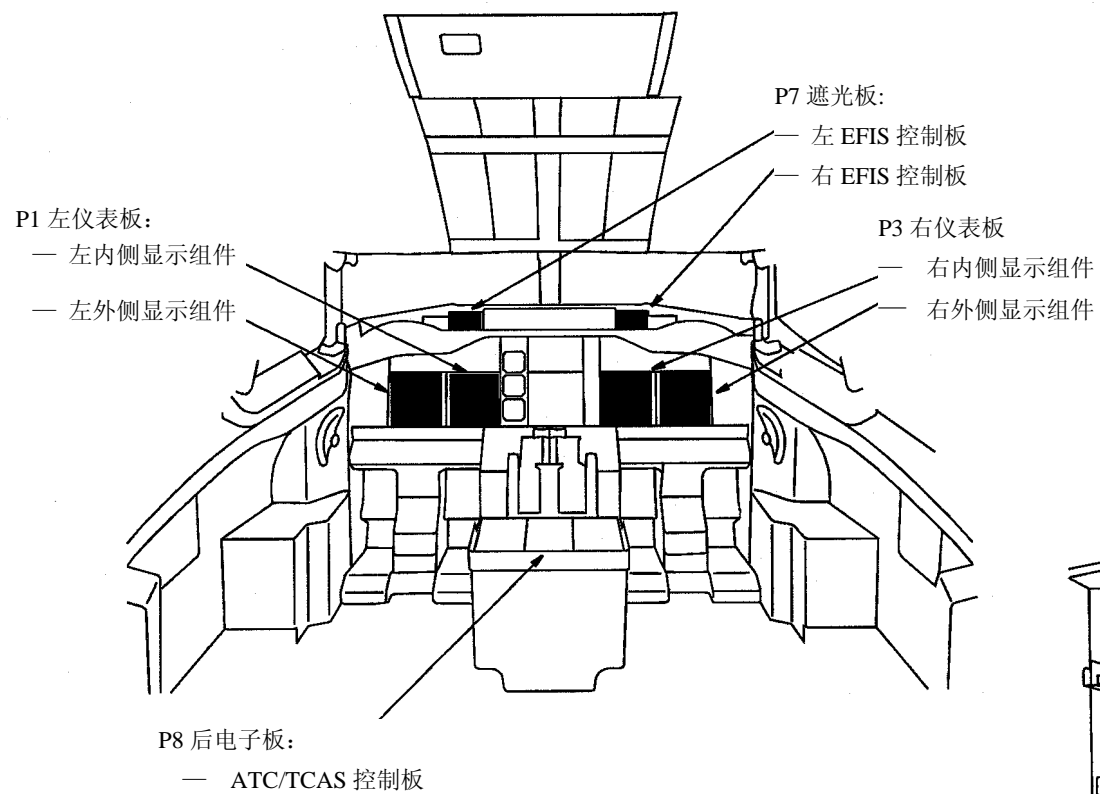
TCAS 计算机装在电子设备舱内

驾驶舱

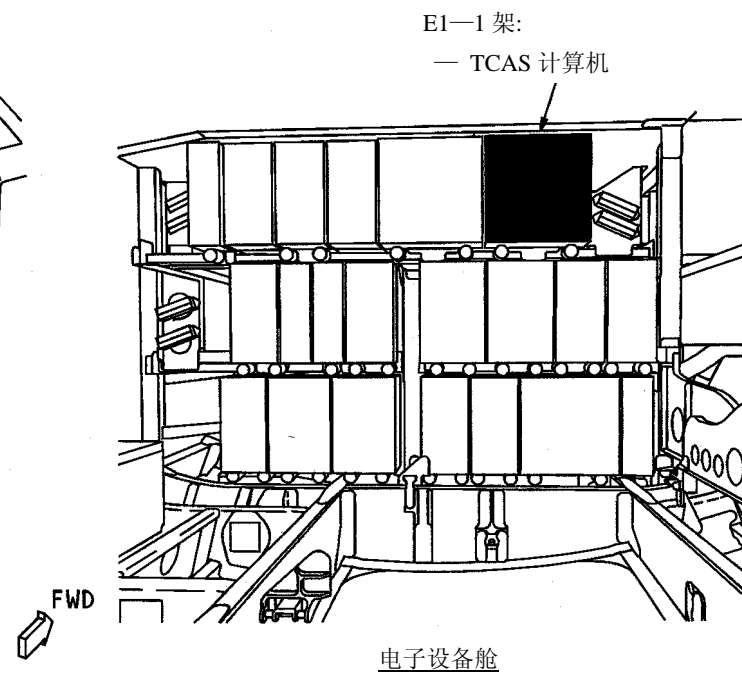
驾驶舱内装有和 TCAS 接口的部件：

- 左电子飞行仪表系统（EFIS）控制板
- 左外侧显示组件
- 左内侧显示组件
- 右电子飞行仪表系统（EFIS）控制板
- 右外侧显示组件
- 右内侧显示组件
- ATC/TCAS 控制板。

有效性
YE201



TCAS — 部件位置



TCAS — 天线位置

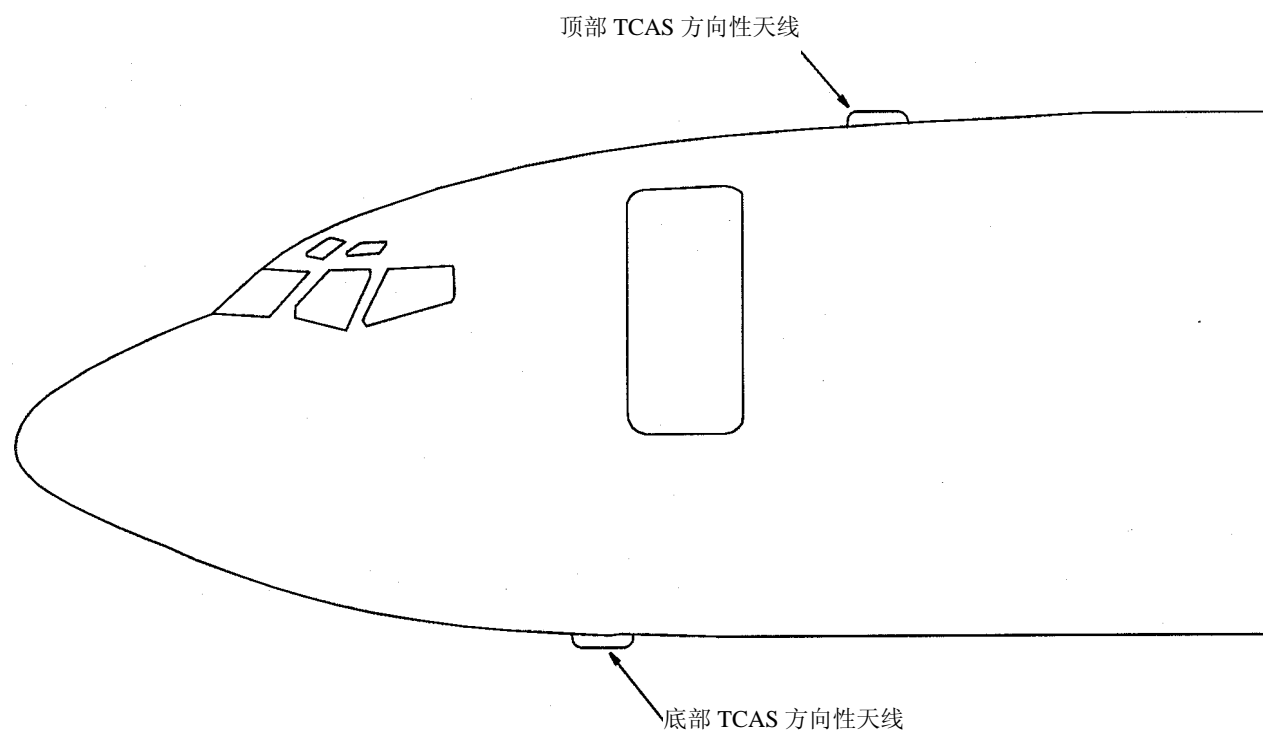
概述

顶部 TCAS 方向性天线装在机身顶部第 385 站位，底部 TCAS 方向性天线装在机身底部第 305 站位。

34—45—00—004 Rev 2

有效性
YE201

34—45—00



TCAS — 天线位置

TCAS — 电源、天线、模拟、离散接口和程序销钉

此页空白

34—45—00—006 Rev 7 11/28/2000

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 电源、天线、模拟、离散接口和程序销钉

概述

TCAS 计算机和如下部件具有模拟和离散信号的接口：

- 顶部和底部 TCAS 方向性天线
- 起落架手柄电门
- 接近电门电子组件（PSEU）
- 近地警告系统计算机（GPWC）
- 气象雷达
- DME/ATC/TCAS 抑制同心三通
- 显示电子组件（DEU）1 号和 2 号
- 远距电子组件（REU）

程序销钉控制 TCAS 计算机的组态。

电源

TCAS 计算机通过从 P18 跳开关板上的 TCAS 跳开关和 1 号交流转输汇流条获得 115 伏交流电。

天线

有两个 TCAS 方向性天线，它们接收空中交通的其他飞机应答信号，也发射 TCAS 询问信号。

起落架手柄电门

起落架手柄电门的离散信号告诉 TCAS 计算机，起落架在放下位置，当 TCAS 计算机得到此离散信号时，TCAS 计算机使底部方向性天线变成一个全方向天线。

接近电门电子组件（PSEU）

从接近电门电子组件（PSEU）向 TCAS 计算机提供飞机在空中或地面的状态信息。空中/地面离散信号的作用为，当飞机在地面时禁止 TCAS 工作，当在空中时禁止自检。空中/地面离散信号也控制 TCAS 非易失性存储器对飞行段计数的增量。

GPWC 禁止咨询的离散信息

GPWC 向 TCAS 计算机送出一个离散信息，当 GPWC 发出任何语音信息时，此离散信息禁止 TCAS 发出音频或视频警告。

气象雷达

TCAS 计算机从气象雷达得到一个离散信息，当气象雷达进行预见性风切变警告时，此离散信息禁止所有 TCAS 的音频警告，并将解脱咨询（RA）改变为交通咨询（TA）。

TCAS — 电源、天线、模拟、离散接口和程序销钉

抑制的输入/输出

当 ATC 应答机或 DME 询问机发射时，TCAS 计算机得到一个抑制脉冲。当 TCAS 发射时，向 ATC 应答机和 DME 询问机送出一个抑制脉冲。

显示电子组件—显示状态

当显示电子组件（DEU）丢失了表达 TCAS 的显示能力时，从该 DEU 送出一个离散信息到 TCAS 计算机，TCAS 计算机得到此离散信息后不再进行下列作为：

- 向 DEU 送出 TCAS 显示输出
- 向 REU 送出 TCAS 高频输出
- 用 TCAS 向其他飞机发射协调数据。

远距电子组件（REU）TCAS 音频/语音输出

TCAS 计算机向 REU 送出解脱咨询（RA）和交通咨询（TA）音响信号，REU 将 RA 和 TA 音频放大，然后将之送到飞行内话机耳机/话筒组去提醒驾驶员。

程序销钉

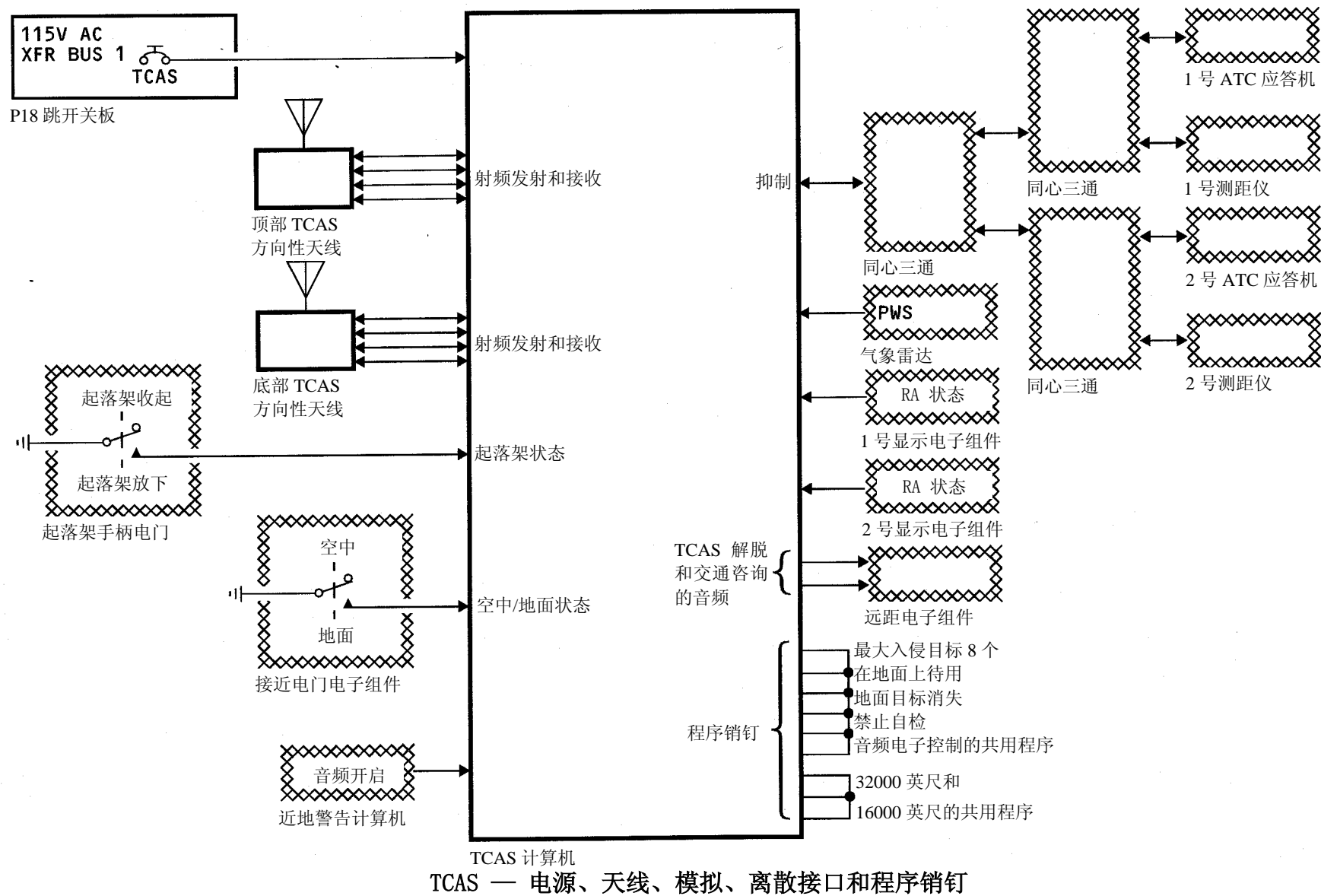
在 TCAS 计算机上的程序销钉具有下列功能：

- 显示最多 8 个目标
- 当飞机右地面时进入待用状态
- 当自身飞机离地低于 1750 英尺时，不显示出地面上的飞机

- 在空中禁止自检
- 控制语音输出的音量等级
- 置定飞机的高度顶限达 48000 英尺，使 TCAS 不再发出爬调节或增加高度到超过此高度以上。

有效性
YE201

34—45—00



有效性
YE201

TCAS — 数字接口

此页空白

34—45—00—007 Rev 5 09/11/2000

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 数字接口

概述

TCAS 计算机和下列部件间有数字接口：

- 1 号应答机
- 2 号应答机
- 无线电高度表 1 号收发机
- 无线电高度有 2 号收发机
- 左大气数据惯性基准组件（ADIRU）
- 1 号显示电子组件（DEU1）
- 2 号显示电子组件（DEU2）
- 飞行数据采集组件（FDAU）。

ATC 应答机—控制与协调数据

在选了一个 ATC 应答机后，如下的 ATC 控制板数据将送给 TCAS 计算机：

- TCAS 方式选择（仅交通咨询 TA 或 TA/RA 两者）
- 控制了 TCAS 显示的高度极限，它在导航显示器（ND）上表明

TCAS 计算机利用从 ATC 应答机来的下列数据计算避撞时的爬高或下降：

- 24 位飞机地址

— 气压高度

— 最大真空速。

TCAS 计算机向 ATC 应答机送去如下信息：

- TCAS 工作状态
- S 模式协调数据。

无线电高度表输入

TCAS 计算机从无线电高度表的 1 号和 2 号收发机得到无线电高度数据，虽然 TCAS 工作时只需要一个输入。TCAS 计算机用以计算灵敏度等级。

大约在 1700 英尺时，TCAS 计算机利用气压高度和无线电高度一起确定入侵飞机是否在地面，因而对本机不构成威胁。

当在 1000 英尺无线电高度时，TCAS 计算机禁止解脱咨询，在导航显示器上将表明“仅交通咨询（TA ONLY）”。

从 ADIRU 向 TCAS 送来的输入

左 ADIRU 向 TCAS 计算机提供下列输入：

- 飞机的横滚姿态
- 飞机的俯仰姿态
- 飞机的航向。

TCAS 向显示电子组件（DEU）的输出

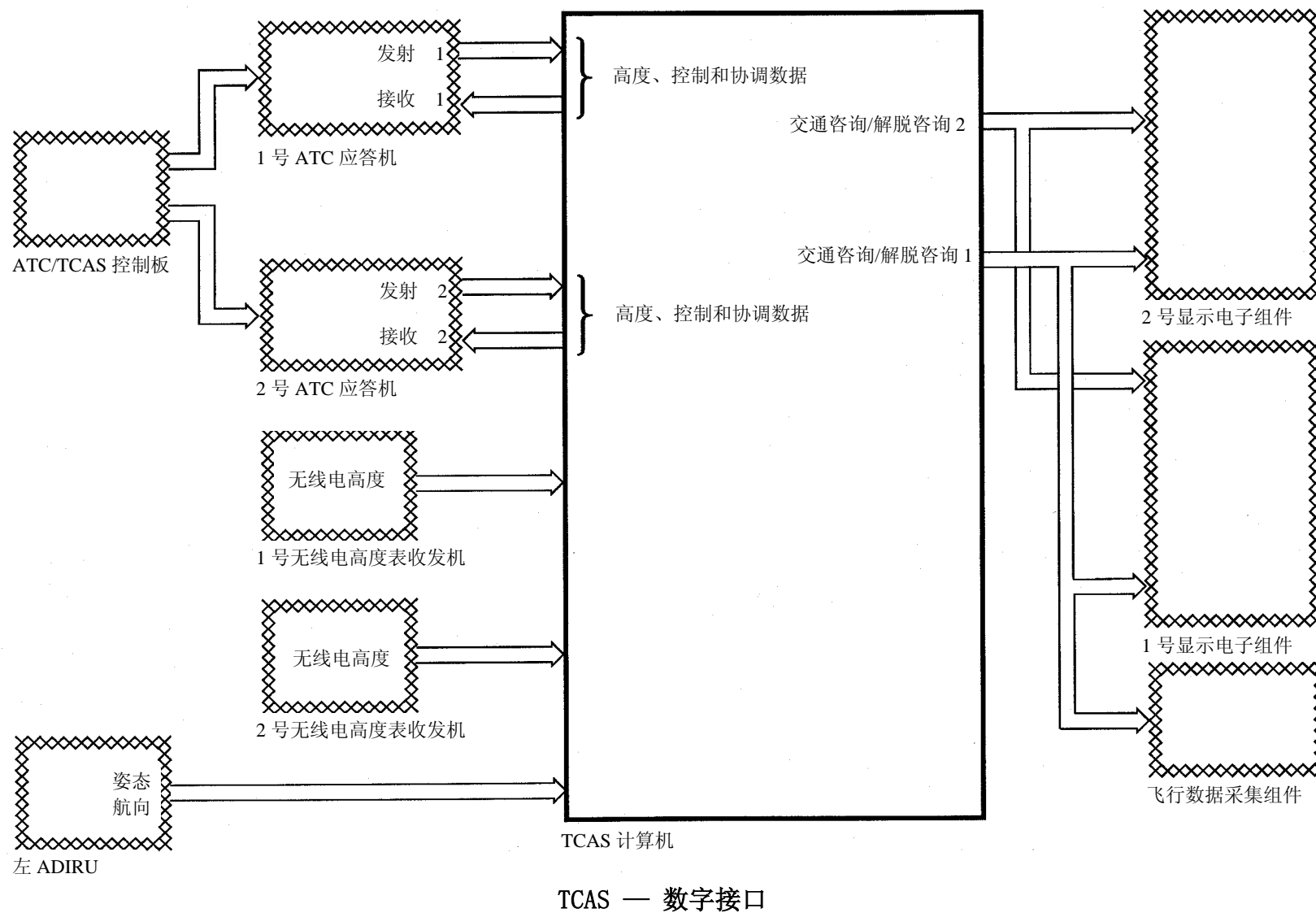
TCAS 向 DEU 提供解脱咨询（RA）和交通咨询（TA）数据，

它包括 TCAS 显示器上的所有交通数据。

TCAS — 数字接口

TCAS 向飞行数据采集组件 (FDAU) 的输出

飞行数据采集组件 (FDAU) 接受和送给显示电子组件 (DEU) 相同的 TCAS 数据。



有效性
YE201

TCAS — 数字接口

34—45—00

TCAS — TCAS 计算机

目的

TCAS 计算机是 TCAS 的主要部件，它控制如下功能：

- 监视
 - 跟踪
 - 咨询
 - 空对空机动操纵协调
- TCAS 计算机送出信号告诉驾驶员作下列机动操纵动作之一：
- 保持当前飞行计划
 - 进行机动操纵，防止和在此区域内的其他飞机可能相撞。

物理描述

TCAS 计算机是一个 6 MCU 尺寸的组件，重 28 磅（11.3 公斤）。

功能描述

TCAS 计算机发射 1030 兆赫脉码询问信号，它接收装有 ATC

应答机的入侵飞机的 1090 兆赫脉码应答机信号。

前面板发光二极管（LED）指示器

两组发光二极管的数显说明 TCAS 计算机及与之接口各系统的故障状态。

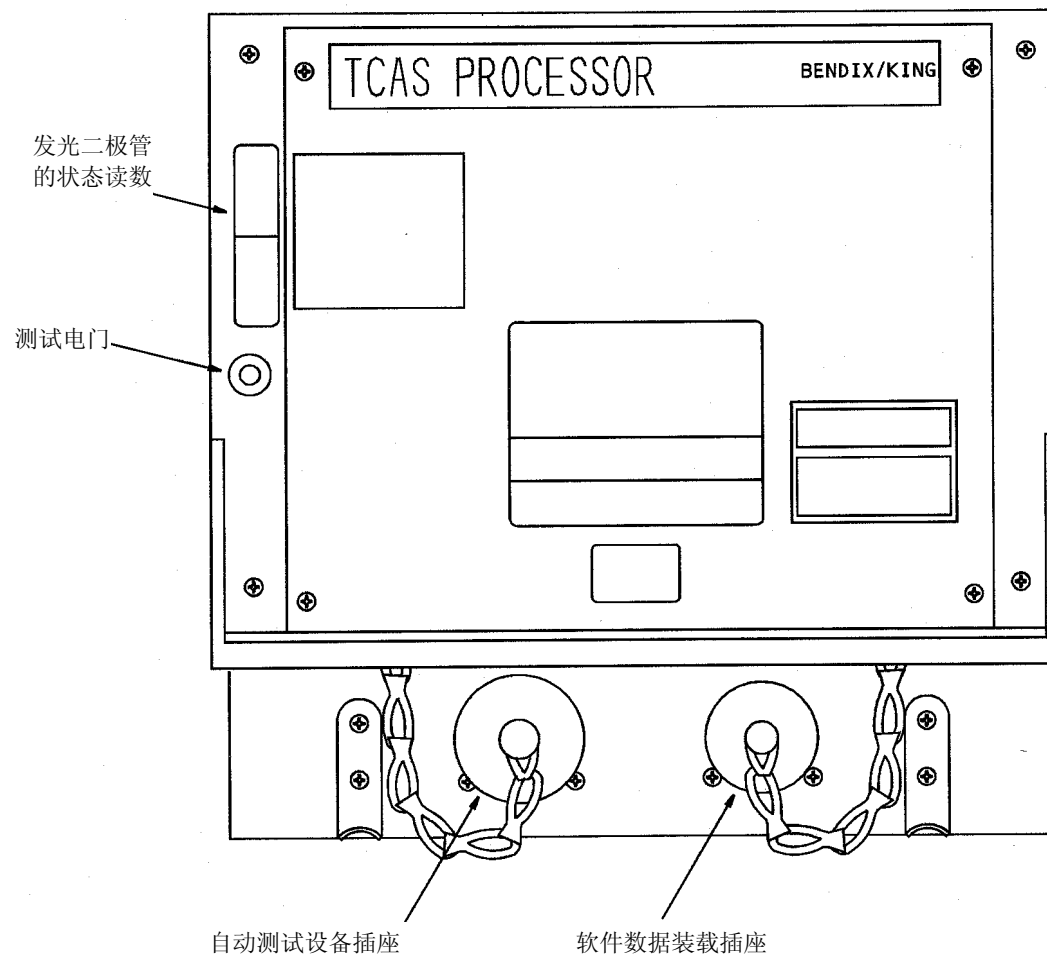
前面板自检

压下前面板上的测试电门，以起动 TCAS 的自检，发光二极管指示点亮说明系统工作状态。

前面板插座

在前面板上有两个插座，一个用以装载软件，另一个用以连接自动测试设备。

有效性
YE201



TCAS — TCAS 计算机

TCAS — ATC/TCAS 控制板

概述

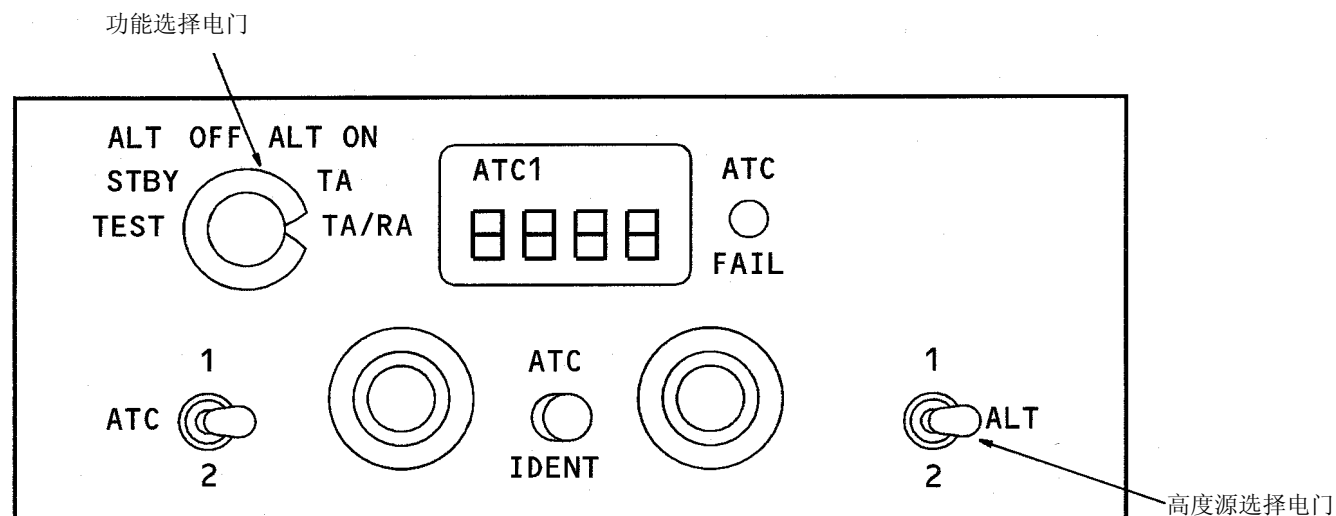
ATC/TCAS 控制板用以控制 TCAS 计算机

功能选择电门

可用功能选择电门选择下列 TCAS 方式中的一种：

- 交通咨询（TA）方式，这是仅交通咨询的方式，它显示出所有目标除了无解脱咨询。
- 交通和解脱咨询（TA/TA）方式，显示出所有目标，这是 TCAS 的正常工作方式。

你可以用此电门作 ATC 和 TCAS 系统的检查，此电门由弹簧定位的。



TCAS — ATC/TCAS 控制板

TCAS — TCAS 方向性天线

概述

TCAS 使用顶部和底部方向性天线，两个天线相同可互换。

物理描述

方向性天线是相控阵天线，它有 4 个阵列单元，每个单元用一种色码的插座。TCAS 计算机向不同相位的阵列单元送去发射的询问信号，因此使询问信号具有方向性。

连接天线电缆时，用相同色码带条的同心电缆阵列单元的对应色码的插座连接。

用 4 颗螺钉将天线固定在飞机上，其辐射侧标明向前（FWD）以及勿涂漆（DO NOT PAINT）字样。

告诫：天线的辐射侧和盖板上不要涂漆，因为漆将阻挡天线射频信号的辐射或接收。

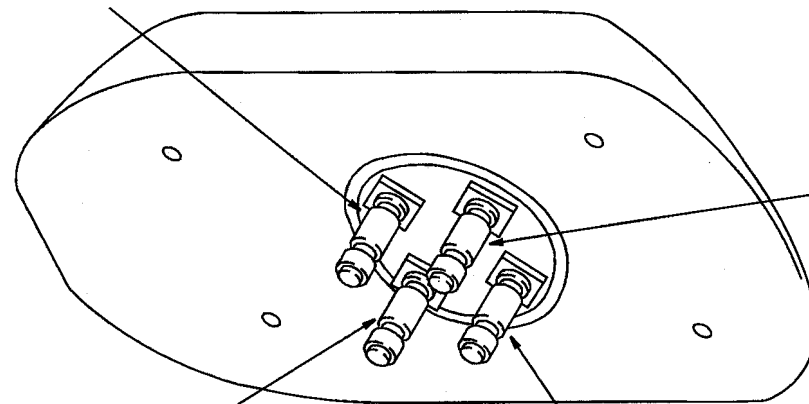
告诫：不要损伤天线电缆，不要拉动它。

培训知识点

天线连接包括同心轴电缆和天线单元之间的连接，当通电时 TCAS 计算机检测天线连接的电阻，当检测到连接电阻超限时 TCAS 计算机报告发生了一个天线故障；如果同心电缆和天线单元接错，计算机也报告此天线故障。

有效性
YE201

阵列单元插座 (兰)

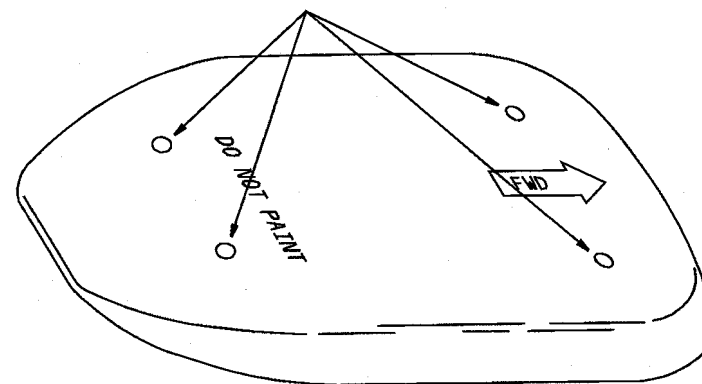


阵列单元插座 (红)

阵列单元插座 (黑)

阵列单元插座 (黄)

4 个天线安装螺钉



TCAS — TCAS 方向性天线

34—45—00

TCAS — 功能介绍

此页空白

34—45—00—011 Rev 9 09/08/2000

有效性
YE201

TCAS — 功能描述

概述

TCAS 计算机向其他飞机发送询问信号并接收从其他飞机来的应答信息。被 TCAS 跟踪的飞机被称为目标，TCAS 计算机利用从其他飞机来的应答信号及其他数据计算此目标是否成为碰撞威胁。TCAS 计算机能和其他装有 TCAS 的飞机之间通信，这两个 TCAS 计算机之间可以利用共享数据实现回避潜在相撞的协调的机动操纵。

TCAS 计算机也从其他飞机系统获得模拟和数字输入，这些输入控制 TCAS，并为 TCAS 跟踪入侵目标提供数据。TCAS 计算机向公用显示系统（CDS）的显示电子组件（DEU）送去显示数据。

TCAS 计算机内具有如下电路：

- 输入/输出（I/O）
- 语音处理器
- 中央处理器和存储器
- 抑制电路
- 信号处理器
- 接收器
- 发射器
- 波束控制和衰减器
- 机内自检设备（BITE）。

I/O

I/O 电路从飞机系统获得系统数据：

- 从左 ADIRU 获得航向、俯仰、横滚 IRU 数据
- 协调和控制 ATC 应答机系统的数据
- 来自生效的 ATC 左、右 ADIRU 的气压高度
- 来自无线电高度表的无线电高度
- 来自 DEU 的决断咨询状态
- 来自起落架手柄电门的起落架放下离散信号
- 与 GPWC 接口的音频禁止离散数据
- 与气象雷达接口的音频禁止离散数据
- 来自 PSEU 的空/地数据

程序销钉设置 TCAS 计算机内的下列参数：

- 高度限制
- 音频控制杆手柄
- 自检禁止
- 侵入者最大数显示

— 地面备用

— 侵入者在地面不适用

I/O 传送这些数据至 CPU

TCAS — 功能描述

中央处理器（CPU）

中央处理器从输入/输出接口的输入端得到数据并将之存入存储器，CPU 将输入数据和从信号处理器来的数据结合起来，为 TCAS 显示的音频信息作必要的计算。

CPU 向 CDU 的 DEU 送 TCAS 显示数据，并在下列指示器上表明：

- 姿态指示器（AI）
- 导航显示器（ND）

CPU 将显示数据也送给飞行数据采集组件（FDAU）。

并通过语音处理电路将信号送给远距电子组件（REU），生成 TCAS 语音。

信号处理器

信号处理器从接收器/处理器处得到方位信息将之变成数字信号，信号处理器处完成如下功能：

- 利用时间测量逻辑和方位信息计算入侵飞机的距离和方位
- 检测是模式 C 或模式 S 的脉冲
- 控制和抑制电路在 TCAS 发射时送出抑制脉冲

- 通过接收/发射电路接收信号并生成 S 模式和 ATCRBS 询问的发射所需的所有信号。

抑制

当 TCAS 计算机发射时抑制电路送出一个抑制脉冲，当一个机载 ATC 应答机或 DME 询问机发射时 TCAS 计算机接收一个抑制脉冲，此抑制脉冲使 TCAS 计算机内的接收和发射电路停止工作。

中央处理器中的机内自检（BITE）电路送出一个测试询问的监测抑制电路，如果抑制电路有故障，表示 TCAS 失效。

语音处理器

当有交通咨询（TA）、解脱咨询（RA）或自检时，TCAS 计算机向语音处理器送去信号，语音处理器向远距电子组件（REU）送出语音警戒。REU 将语音送到驾驶舱。

当近地警告计算机 GPWC 具有音频告示时，它送出一个模拟离散信号到 TCAS 计算机，去阻止 TCAS 的咨询信息。

当气象雷达具有预测风切变告示时，它送出一个模拟离散信号到 TCAS 计算机，去阻止 TCAS 的咨询信息。

TCAS — 功能描述

接收处理器

接收机从天线获得目标的应答信号，接收机利用收到信号的相位去确定目标的方位。接收机送出信号到信号处理器去计算目标的距离。接收机还从应答信号中解码出目标高度。接收机还从装有 TCAS 的目标飞机的应答信号中对协调信息解码。

发射机

发射机将有 1030 兆赫输出。发射机从信号处理器得到信号，发射机将格式化信号送给波束控向和衰减（ATT）电路，发射机控制波束控向电路和啸鸣梯级衰减器。

波束控向和衰减电路

波束控向电路将信号送给 4 个天线单元。在发射中，波束控向电路控制 4 个射频输出的相位关系。而啸鸣梯级衰减器使输出功率或小或大基于送发射机来的控制信号。

当接收时，接收信号在每个单元中的相位是不同的。而波束控向电路将此信号送给接收机。

TCAS 计算机从起落架手柄电门接收到一个离散输入，当起落架手柄在放下位置时，TCAS 计算机相等他使用底部天线的所有 4 个天线单元，因此，此时底部天线作为全方向天线工作。

机内自检设备（BITE）

TCAS 计算机具有自检，当 TCAS 正常工作时 BITE 连续地监测 TCAS 系统故障和接口故障。当你起动一个自检时，BITE 生成测试信号，将之送给信号处理器和接收/发射器电路，在自检中 BITE 监测系统故障和接口故障。

当 BITE 通过连续的故障监测检测到一个故障时，将故障数据送去故障存贮器，它也送给输入/输出电路以便输出 CDS 的 DEU 和 FDAU。

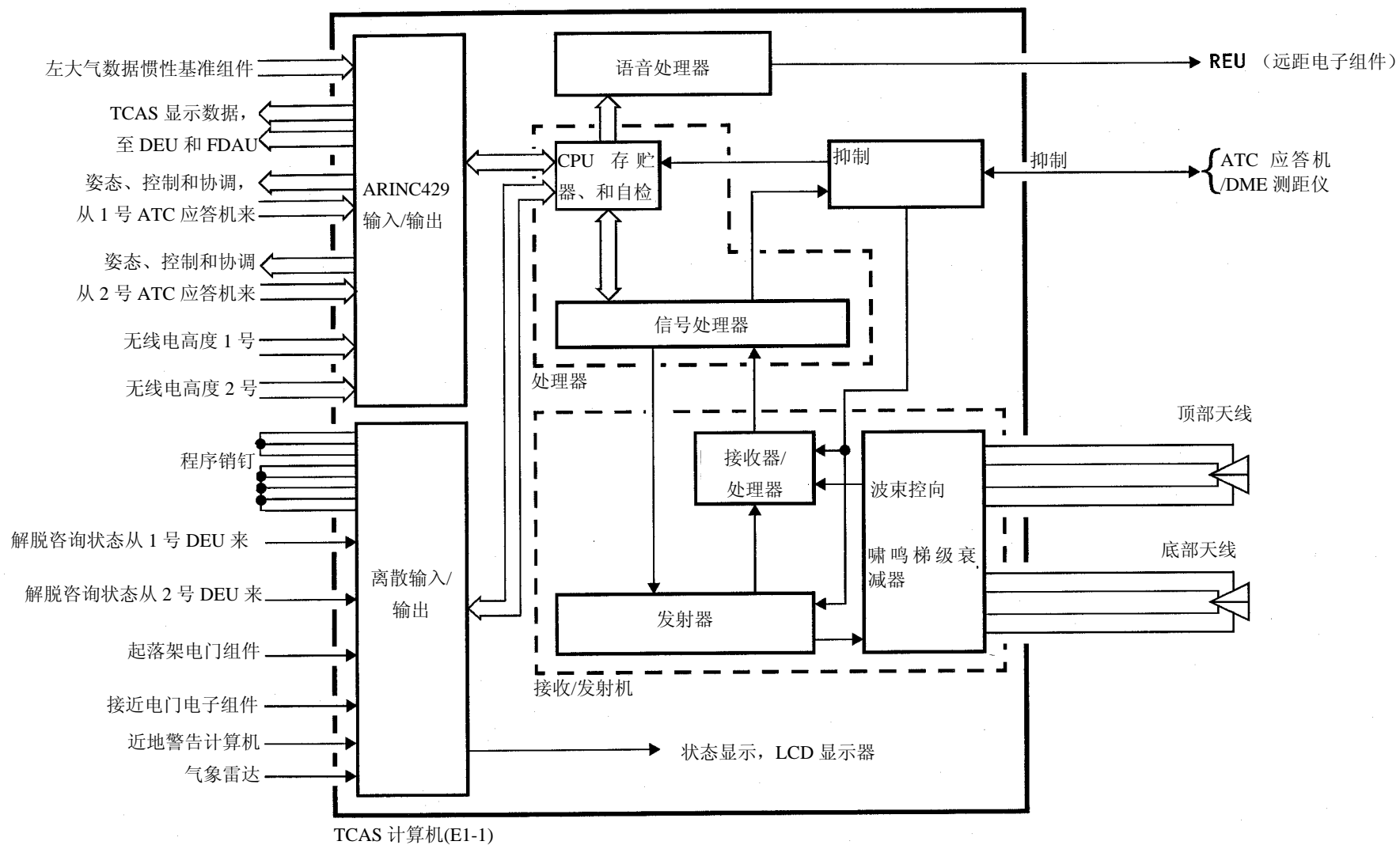
当 BITE 自检中检测到一个故障时，故障数据先去输入/输出，然后去下列系统：

- 显示电子组件（DEU）
- 远距电子组件（REU）
- 飞行数据采集组件（FDAU）
- 如果测试是通过计算机前面板起动的则送给 TCAS 计算机状态发光二极管指示。

TCAS — 功能描述

方向性天线

方向性天线的 4 个单元相距各 90 度。每个单元相互独立的，并有自己的同心电缆插座。



TCAS — 功能描述

TCAS — 基本工作

此页空白

34—45—00—012 Rev 4 09/08/2000

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 基本工作

概述

TCAS 发射如下两种型式的询问信号：

- 对空中交通管制雷达信标（ATCRBS）应答机发射梯级的
 啸鸣信号
- 发射 S 模式信号

TCAS 对装有 ATCRBS 应答机或 S 模式应答机的所有飞机在有效距离内寻找并监视之。TCAS 的工作对 S 模式应答机的飞机询问并计算它是否构成威胁。对未装应答机的飞机 TCAS 不预跟踪。TCAS 也跟踪那些应答机不作 C 模式应答的飞机，这些飞机对 C 模式询问仅以帧脉冲回答，TCAS 利用应答的帧脉冲计算此目标的距离和方位。TCAS 对无高度报告的飞机不作解脱咨询。

TCAS 对目标飞机为了防止可能的相撞而计算出机动操纵指令。

如果目标飞机也装有 TCAS，则两架飞机之间能在机动操纵上达到协调一致，以求得到安全的距离间隔。

啸鸣梯级询问

TCAS 利用对 ATCRBS 全呼叫啸鸣梯级询问去寻找装有 ATCRBS 应答机的飞机，啸鸣梯极程序将询问脉冲逐级改变其强度，

让不同距离上的入侵飞机得到询问，这些入侵飞机的应答被排列在 TCAS 点名呼叫的列表上并监视它们。

对处在接近于本接收机的飞机先接收到较低功率的啸鸣询问；而那些较远的飞机对低功率不能接收到所以不响应。

当询问信号的功率提高一级时 TCAS 发出一个抑制脉冲，较远的飞机接收到较高功率的（啸鸣）询问，而罗近的飞机接收到询问和抑制脉冲，因而不作应答。

S 模式询问

S 模式应答机每秒发出一个自发报告（squitter）信号，此信号包含 24 位飞机地址，TCAS 静听那些装有 S 模式应答机的飞机发射的 S 模式自发报告信号，当 TCAS 接收到一个地址，就将此飞机列入点名呼叫名单内用 24 位飞机地址询问那些装有 S 模式应答机的飞机。

34—45—00—012 Rev 4 09/08/2000

TCAS — 基本工作

TCAS 数据计算

对 TCAS 询问的目标，其应答信号中通常包含飞机高度和任何 TCAS 申请的信息。

TCAS 计算机利用应答信号的往返时间算出目标的距离和距离变化率，并利用应答信号的方向算出目标方位，如果 TCAS 计算机接收到高度信号，它能算出如下的飞机运动参数：

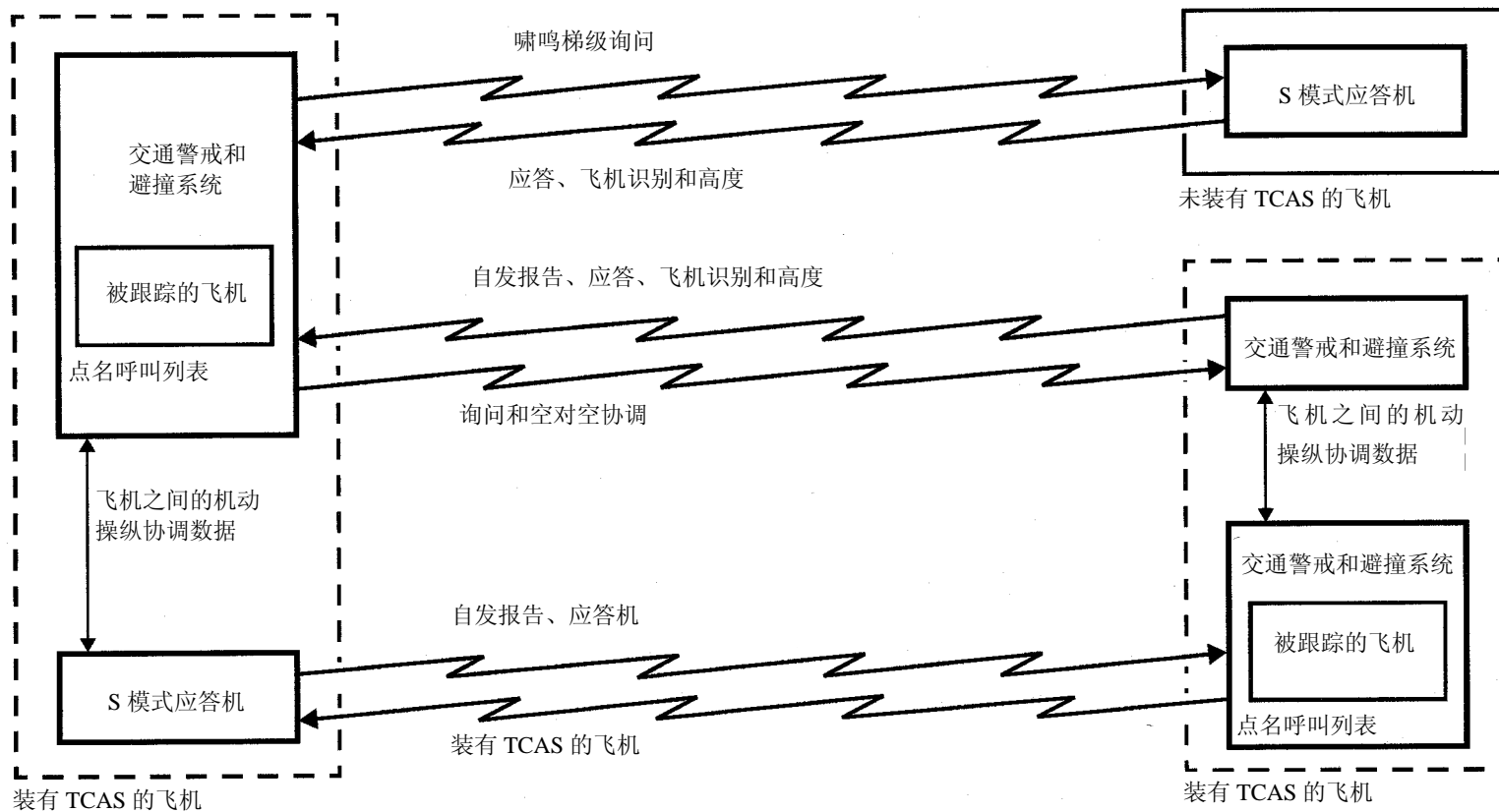
- 高度
- 高度变化率
- 相对高度。

TCAS 计算机利用目标数据计算目标可能相撞或其飞行路径接近碰撞方位。如果这样，TCAS 计算机计算双方协调的机动操纵数据，此数据和位置数据送到 DEU 给出 TCAS 显示。在此 TCAS 警告要作机动操纵的同时，也向驾驶员发出语音指令。

空对空协调

如果目标飞机也有 TCAS，两个 TCAS 计算机之间利用 S 模式应答

机相互通信。必要时双方的 TCAS 计算机都计算回避路径，两个 TCAS 计算机都向 S 模式应答机发出回避路径，并告诉对方飞机，这就形成空对空 S 模式的飞机链路。



TCAS — 基本工作

TCAS — 监视区

概述

TCAS 在监视区内跟踪并评估达 45 架飞机

在监视区内的飞机分成 4 类：

- 解脱咨询（RA）群
- 交通咨询（TA）群
- 贴近交通
- 其他交通

TCAS 的最大监视区为你自身飞机以上和以下 8700 英尺，和 40 海里距离范围。

解脱咨询和交通咨询群

TCAS 形成自身飞机周围的两个保护区，这此保护区的尺寸随 TCAS 飞机的空速和高度的及目标接近率而变化。

保护区代表了目标将到达和本机最接近点（CPA）的时间，此保持区被称为 TAU 区。

TCAS 计算机利用下列数值计算 TAU 值：

- 本机高度
- 目标接近率

— 目标距离和高度

交通咨询 TAU 值和解脱咨询 TAU 值定义了 TCAS 飞机周围区域的大小。如果在所需高度限制的内目标穿入保护区，则 TCAS 计算机将产生相应的警告。

TCAS 计算机具有 6 级灵敏度（2-7），最灵敏的为 7 级，在 2 级时，不会发出解脱咨询。低于 1000 英尺时采用 2 级，高于 2000 英尺时采用 7 级。灵敏等级是由 TCAS 计算机基于本机高度置定的。

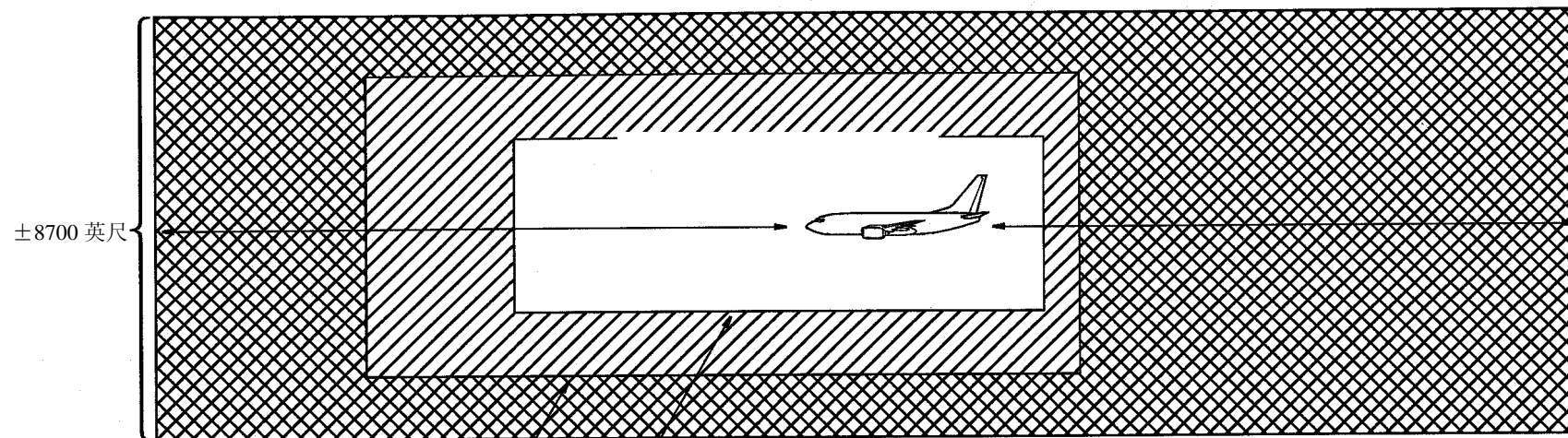
发出 TA 和 RA 时间随灵敏等级而变的，当灵敏级为 3 时，RA 的 TAU 值为 15 秒；当灵敏级为 7 时，RA 的 TAU 值为 35 秒。

贴近交通和其他交通

贴近交通为飞机之间的相对高度间隔小于 1200 英尺，并处于本机 6 海里半径以内的飞机，但都未构成 TA 或 RA 威胁。

其他交通为距离 6 海里以外的并不构成 TA 或 RA 威胁的飞机，如果在 6 海里以内，则相对高度必须大于 1200 英尺以上。

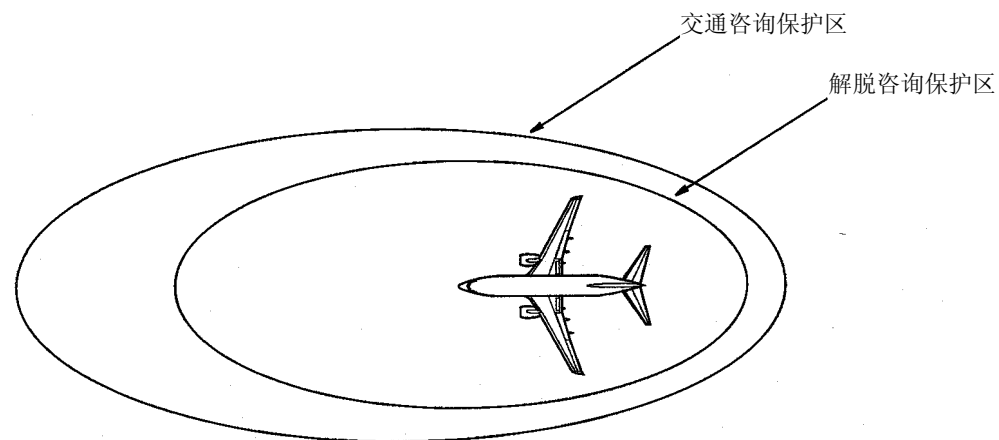
34—45—00—013 Rev 5 04/01/1999



交通咨询保护区

解脱咨询保护区

监视区



交通咨询保护区

解脱咨询保护区

TCAS — 监视区

34—45—00—013 Rev 5 01/30/1998

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 控制和显示

概述

EFIS 控制板和 ATC 控制板控制着 TCAS 的数据并在显示器上表明。

EFIS 控制板

当 EFIS 控制板上的方式选择器选定在下列方式中之一时，显示器上表明了 TCAS 数据：

- 扩展进近方式
- 扩展全向信标方式
- 扩展地图
- 中心地图。

距离选择器选定了导航显示器（ND）上的距离。

将距离选择器上的交通（TFC）电门压下，站 ND 上显示 TCAS 数据。当你这样做时，显示器上将有交通信息和任何目标的 TCAS 符号显示出来。

如果 ATC 控制板上的功能选择器没有放到 TA 或 TA/RA 位置，其显示为：

- 显示琥珀色的避撞机断开着（TCAS OFF）信息（所有 ND 方式均显示 TCAS OFF）
- 所有 TCAS 目标符号均消失

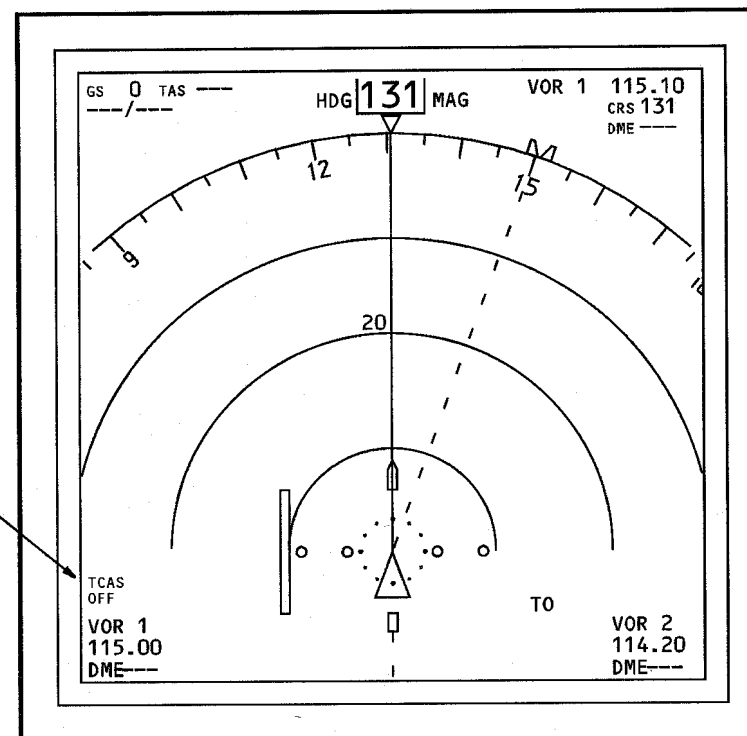
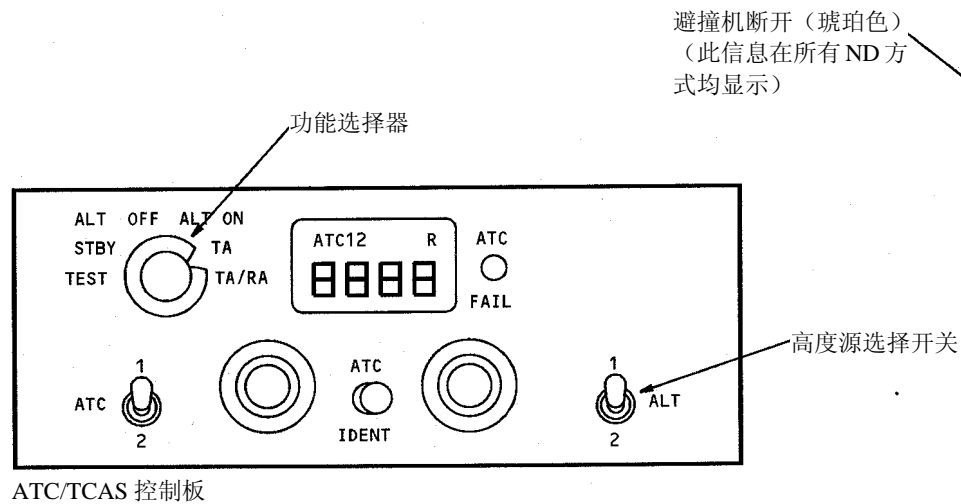
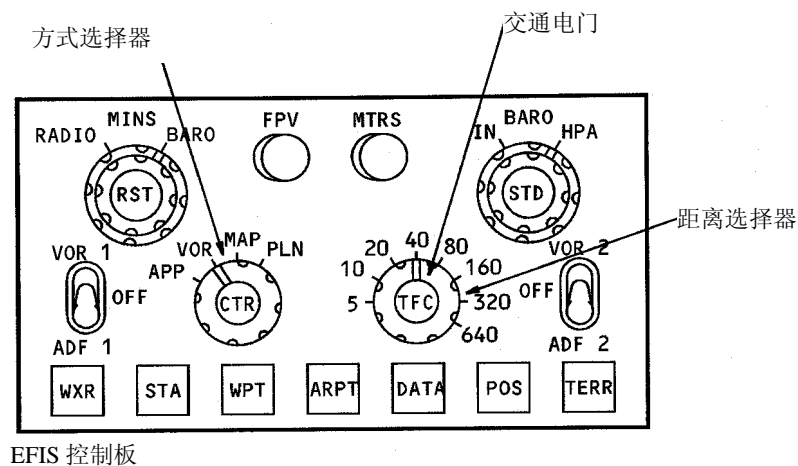
再一次压下交通（TFC）电门，可将 TCAS 信息和符号从显示器上撤离。

ATC/TCAS 控制板

ATC/TCAS 控制板通过 ATC 的 S 模式应答机将控制数据送给 TCAS 计算机，TCAS 计算机还将此数据送给 DEU 显示。

将功能选择器放到使 TCAS 计算机处于仅作交通咨询（TA）或交通咨询/解脱咨询（TA/RA）方式位置。如果在仅 TA 方式位置，TCAS 并不提供 RA 的交通符号或咨询信息，也不提供 TA 的语音信息。功能选择器也能放到使 TCAS 计算机进入测试方式。

导航显示器（ND）上也显示出目标高于或低于（本机）符号的相对高度。



TCAS — 控制和显示

有效性
YE201

34-45-00

TCAS — 导航显示器

概述

TCAS 计算机对 4 种交通按如下显示：

- 其他交通用菱形白色空心框表示，高度读数也是白色
- 贴近交通用菱形白色实心块表示，高度读数也是白色
- 交通咨询（TA）用琥珀色实心圆表示，高度读数为琥珀色
- 解脱咨询（RA）用红色实心方块表示，高度读数为红色。

每个交通符号均有一个高度读数，如果飞机的垂直速度大于 500 英尺每秒（fpm）时，还出现一个垂直运动箭头，交通符号出现在导航显示器（ND）的下列方式：

- 中心（CTR）地图（圆形）
- 扩展（EXP）的地图（扇形）
- 扩展（EXP）的全向信标（扇形）
- 扩展（EXP）的进近（扇形）。

距离数据

在 EFIS 控制板上压下交通（TFC）电门即显示 TCAS 数据，EFIS 控制板上选择的距离也表明在导航显示器（ND）上。

除选定距离以外，当距离大于 5 海里小于 160 海里时，TCAS 的 3 海里（nm）距离圈也显示出来。

高度读数

在 ND 上显示的相对高度读数和交通符号的颜色相同。

高度间隔

TCAS 计算机算出本机与目标之间的高度间隔，它利用了飞机的气压高度作此计算，在 ND 上显示的高度间隔以百英尺为单位，如果交通在上面，用（+）符号表示交通符号高于本机，如果交通在下面，用（-）符号表示交通符号低于本机。

如果高度间隔小于 100 英尺，则高度间隔不能算出，则不显示高度。

绝对高度

目标将气压高度数据送给 TCAS 计算机，此高度以百和千英尺表示，如果交通在上面，数位表明交通符号在上，如果交通在下面，数位表明交通符号在下。

如果高度不能算出，则不显示高度。

TCAS — 导航显示器

垂直运动箭头

在交通符号的右边有一个表明垂直运动的箭头，它和交通符号同色。

该飞机下降率大于 500 英尺每秒时箭头向上，当垂直速率小于 500 英尺每秒时无箭头显示。

TCAS 信息

在导航显示器（ND）上能显示如下的 TCAS 信息：

- 在中心地图、扩展地图、全向信标方式和进近方式时显示有青兰色交通（TFC）字样。表明 TCAS 交通显示生效。EFIS 控制板上的交通（TFC）电门必须在压下接通时。
- 所有显示方式下仅交通咨询（TA ONLY）的青兰色字样显示时，说明 TCAS 计算机没有进行解脱咨询（RA）的计算。以上情况不论 EFIS 控制板上的交通（TFC）电门是否压下接通。
- 所有显示方式下显示了青兰色的 TCAS 测试（TCAS TEST）字样，表明 TCAS 进入自检方式，以上情况不论 EFIS 控制板上的交通（TFC）电门是否压下接通。
- 当在自检方式并且 TCAS 具有故障时，分在两行上显示出 TCAS 自检故障（TCAS TEST FAIL）字样，TCAS 和 FAIL 为琥珀色，而 TEST 是青兰色。以上情况不论 EFIS 控制板上的交通（TFC）电门是否压下接通。
- 所有方式不显示了琥珀色的 TCAS 故障（TCAS FAIL）字样，表明 TCAS 出现了故障，EFIS 控制板上的交通（TFC）

电门必须在压下接通时。

- 所有方式下显示了琥珀色的 TCAS 断开（TCAS OFF）字样（分在两行上），表明 ATC 方式电门没有放在 TA 或 TA/RA 位置。以上情况不论 EFIS 控制板上的交通（TFC）电门是否压下接通。

超出刻度盘

当一架 RA 或 TA 飞机处在当前导航显示器（ND）显示区以外时，ND 上显示出超出刻度盘（OFF SCALE）信息。必须在 EFIS 控制板上的 TFC 电门压下接通时才有此显示。如果有 RA 飞机超出 ND 距离范围，OFF SCALE 信息为红色，如果有 TA 飞机超出 ND 距离范围，OFF SCALE 信息为琥珀色，如果 TA 和 RA 飞机都有在 ND 距离范围以外，则 OFF SCALE 信息显示红色，这些信息将出现于如下各种导航显示方式：

- 中心（CTR）地图（圆形）
- 扩展（EXP）地图（扇形）
- 扩展（EXP）全向信标（扇形）
- 扩展（EXP）进近（扇形）。

交通

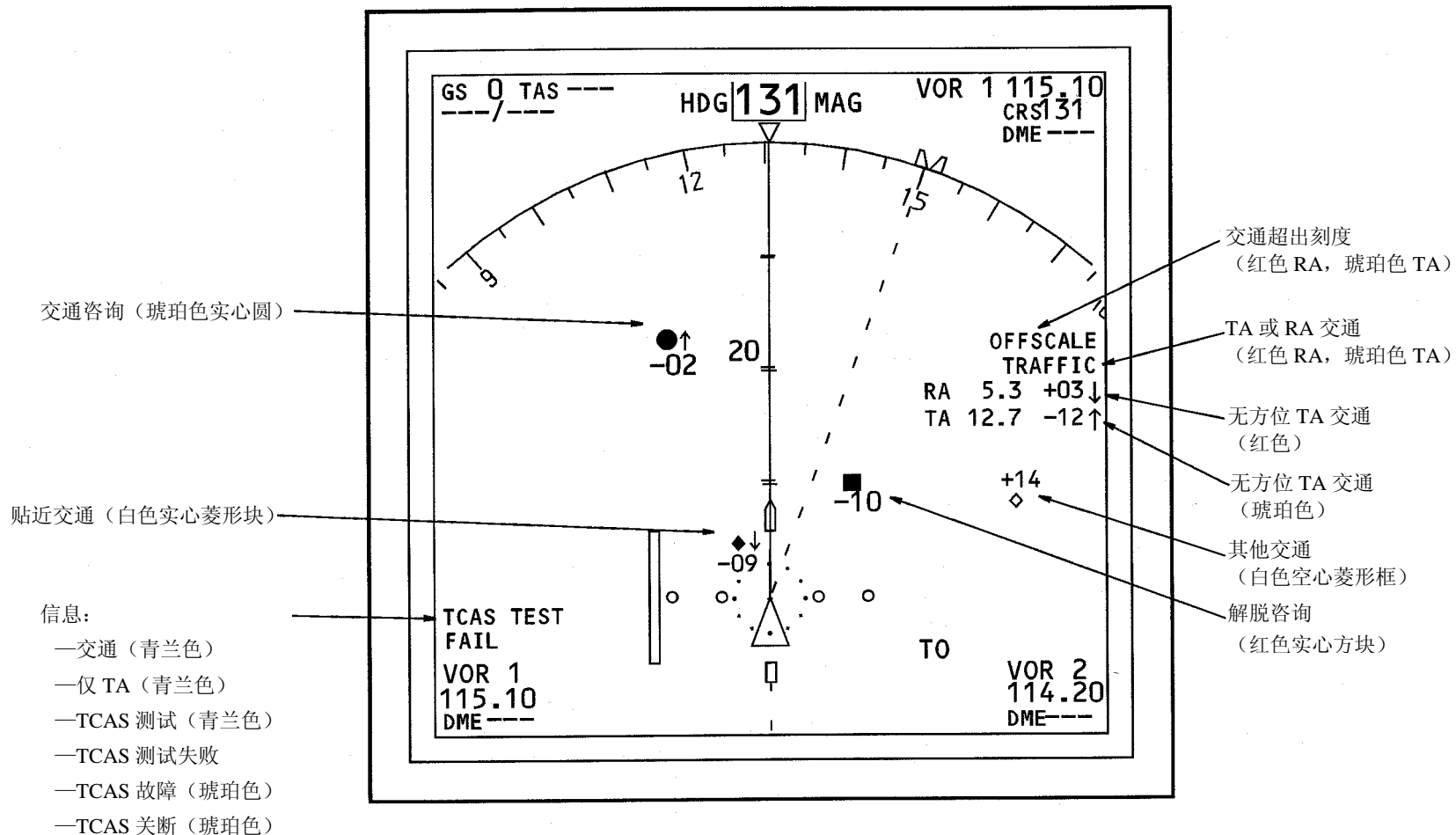
任何时候出现红色的交通（TRAFFIC）信息表示有需解脱咨询（RA）的飞机，任何时候出现琥珀色的交通（TRAFFIC）信息表示有需交通咨询（TA）的飞机，但没有 RA 飞机。不论 EFIS 控制板上 TFC 电门置于通或断，交通（TRAFFIC）信息能出现于导航显示器的所有 ND 显示格式上。

TCAS — 导航显示器

RA 和 TA 无方位交通

当 TCAS 丢失了 RA 或 TA 交通的方位后，ND 上将显示无方位的 RA 和 TA 信息。当起落架放下后，底部天线成为无方向性天线，发生此情后，下部天线就不以寻出入侵交通的方位。此时的方位为无计算数据（NCD），因此在 ND 上显示出无方位信息。

如果一架 TA 飞机成为无方位交通，在 ND 上显示琥珀色的 TA 符号，带有距离，高度和垂直运动箭头。如果一架 RA 飞机成为无方位交通，在 ND 上显示红色的 RA 符号，带有距离、高度和垂直运动箭头。最多只能显示两架无方位交通。



TCAS — 导航显示器

TCAS — 姿态指示器的显示

概述

TCAS 有两种垂直解脱咨询能在姿态指示器（AI）上表达：

- TCAS 解脱咨询 — 向下
- TCAS 解脱咨询 — 向上。

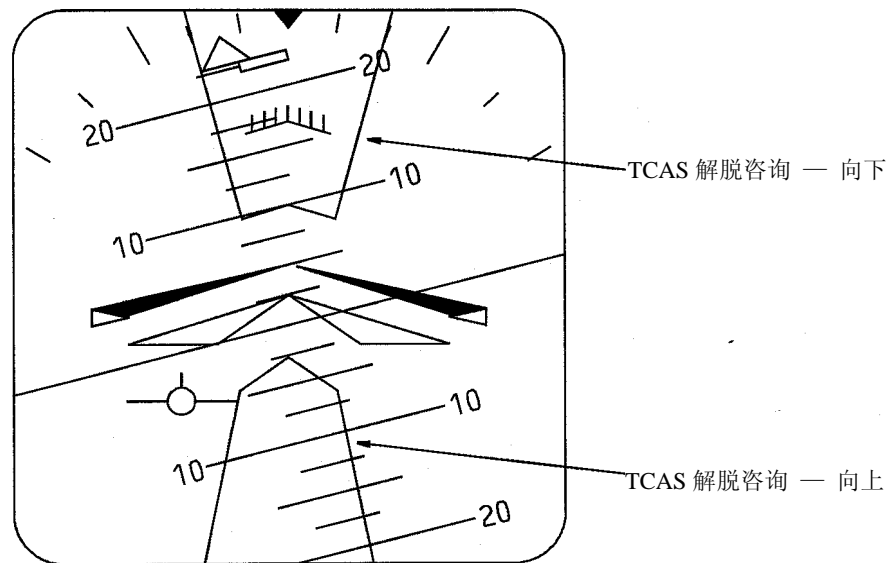
这些符号仅在下列情况下提供解脱咨询：

- 当 ATC 控制板上的功能选择放在 TA/RA 位置。
- TCAS 和威胁着的飞机之间的通信给出其高度的。

描述

姿态显示器上显现了红色咨询，则向机组通知避免某些俯仰动作。

机组用此咨询避免和威胁飞机可能的相撞。



TCAS — 姿态指示器显示

TCAS — 语音信息

此页空白

34—45—00—018 Rev 6 09/11/2000

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 语音信息

概述

发生下列情况下具有语音咨询信息：

- 交通咨询（TA）
- 解脱咨询（RA）
- TCAS 系统测试。

交通语音咨询

当发生了交通咨询事件，语音信息“交通、交通”（TRAFFIC TRAFFIC）发出，此信息告诉机组去监视其显示器上的入侵飞机。

解脱咨询

当解脱咨询（RA）时，发出两种语音信息：

- 预防措施 RA
- 修正措施 RA。

预防措施 RA

这种型式的解脱（RA）发生于当在最接近点（CPA）时，目前的垂直速度将导致和威胁飞机之间进入了安全高度间隔以内。发生此情时语音咨询为监控垂直速度 — 监控垂直速度。此信息告诉驾驶员做以下动作：

- 维持飞行路径
- 根据姿态指引仪（ADI）不要飞入 RA 俯仰符号的区域内

- 维持垂直速度。

修正措施 RA

这种型式的解脱（RA）发生于当在最接近点（CPA）时不安全，解脱（RA）的语音咨询告诉驾驶员进行修正动作，以回避可能的相撞：

- 爬高、爬高（CLIMB--CLIMB），机组必须用一定速率爬高去回避，这是预防性上飞咨询
- 爬高越过、爬高越过（CLIMB CROSSING CLIMB），机组必须用一定速率爬高去回避，这是预防性上飞咨询，其飞行路径和威胁的飞行路径交叉穿越了。
- 调节垂直速度 — 调节（ADJUST VERTICAL SPEED — ADJUST），机组必须减小爬升率去回避，这是预防性下飞咨询
- 下降、下降（DESCEND — DESCEND）机组必须用一定速率下降去回避，这是预防性下飞咨询
- 下降越过、下降越过（DESCEND CROSSING DESCEND），机组必须用一定速率下降去回避，这是预防性下飞咨询，其飞行路径交叉地穿越了威胁的飞行路径。
- 调节垂直速度 — 调节（ADJUST VERTICAL SPEED — ADJUST），机组必须减少下降率去回避，这是预防性上飞咨询。

TCAS — 语音信息

增大修正措施 RA

这种型式的解脱（RA）告诉机组增大修正动作，由于威胁飞机的操纵变化或由于机组没有迅速反应去开始解脱操纵：

- 增大爬高率 — 增大爬高率（INCREASE CLIMB）跟随在爬高咨询之后，爬升率刻度范围的加大告诉机组要提高爬高率。
- 增大下降率 — 增大下降率（INCREASE DESCENT）跟随在下降咨询之后，下降率高度范围的加大告诉机组要提高下降率
- 爬高，现在爬高 — 爬高，现在爬高（CLIMB，CLIMB NOW）此语音信息跟随在下降（DESCENT）咨询之后，现在需要爬高去获得在最最接近点（CPA）的安全垂直间隔。
- 下降，现在下降 — 下降，现在下降（DESCEND，DESCEND NOW），此语音信息跟随在爬高（CLIMB）咨询之后，现在需要下降去获得在最最接近点（CPA）的安全垂直间隔。

清除冲突

当造成 RA 的威胁飞机的距离增大，则清除冲突（CLEAR OF CONFLICT）的语音信息发出。

自测试的语音

在完成自检后，TCAS 计算机向驾驶舱送出状态语音信息。

1 调节垂直速度，一旦 RA 从修正性咨询降级为预防性咨询时，发出调节垂直速度的语音信息

2 增大修正性措施 RA 跟随在修正性措施 RA 之后

3 发生于当威胁的距离增大到预防性威胁后

语音信息	信息型式
交通、交通	交通咨询
监控垂直速度 1	解脱咨询 (预防措施)
爬高、爬高	解脱咨询 (修正措施)
下降、下降	
爬高、越过， 爬高、越过	
下降、越过， 下降、越过	
调节垂直速度，调节	
爬高、现在爬高， 爬高、现在爬高	解脱咨询 (增大修正措施) 2
下降、现在下降， 下降、现在下降	
增加爬升率，增加爬升率	
增加下降率，增加下降率	
清除冲突 3	清除解脱咨询
TCAS 系统测试通过	系统测试结果
TCAS 系统测试失败	

TCAS — 语音信息

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 显示器上的自检指示

概述

你能从 ATC/TCAS 控制板或 TCAS 前面板的测试电门起动自检功能。当在自检时，TCAS 的测试信号接至下列部件：

- 导航显示器 (ND)
- 姿态指引指示器 (ADI)
- TCAS 计算机的前面板

测试结束，一个 TCAS 测试语音进入飞行内话机的扬声器。

TCAS 自检指示 — 导航显示器上

如果自检通过，导航显示器 (ND) 上表明如下数据：

- 青兰色信息 TCAS 自检 (TCAS TEST)
- 红色信息交通 (TRAFFIC)
- 在 9 点钟位置出现琥珀色 TA 交通符号，—200 英尺相对高度，一个向上运动箭头，离本机为 2 海里处。
- 在 11 点钟位置出现白色其他交通符号，+1000 英尺相对高度，没有垂直运动箭头，离本机为 3.6 海里处。
- 在 1 点钟位置出现白色接近交通符号，+200 英尺相对高度，一个向下运动箭头，离本机为 3.6 海里处

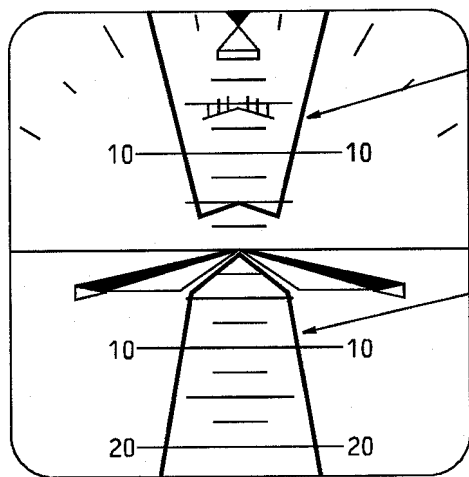
- 在 3 点钟位置出现红色 RA 交通符号，—1000 英尺相对高度，没有垂直运动箭头，离本机为 2 海里处。

如果测试失败，则 TCAS TEST 信息由 TCAS TEST FAIL (TCAS 测试失败) 所取代，无交通出现，TCAS 和 FAIL 字样为琥珀色，TEST 为青兰色。

TCAS 自检指示 — 姿态指示器上

如果自检顺利通过，姿态指示器上红色的 RA 向上和 RA 向下的咨询示符出现。

如果自检失败，姿态指示上并不显示任何 RA 咨询信息。



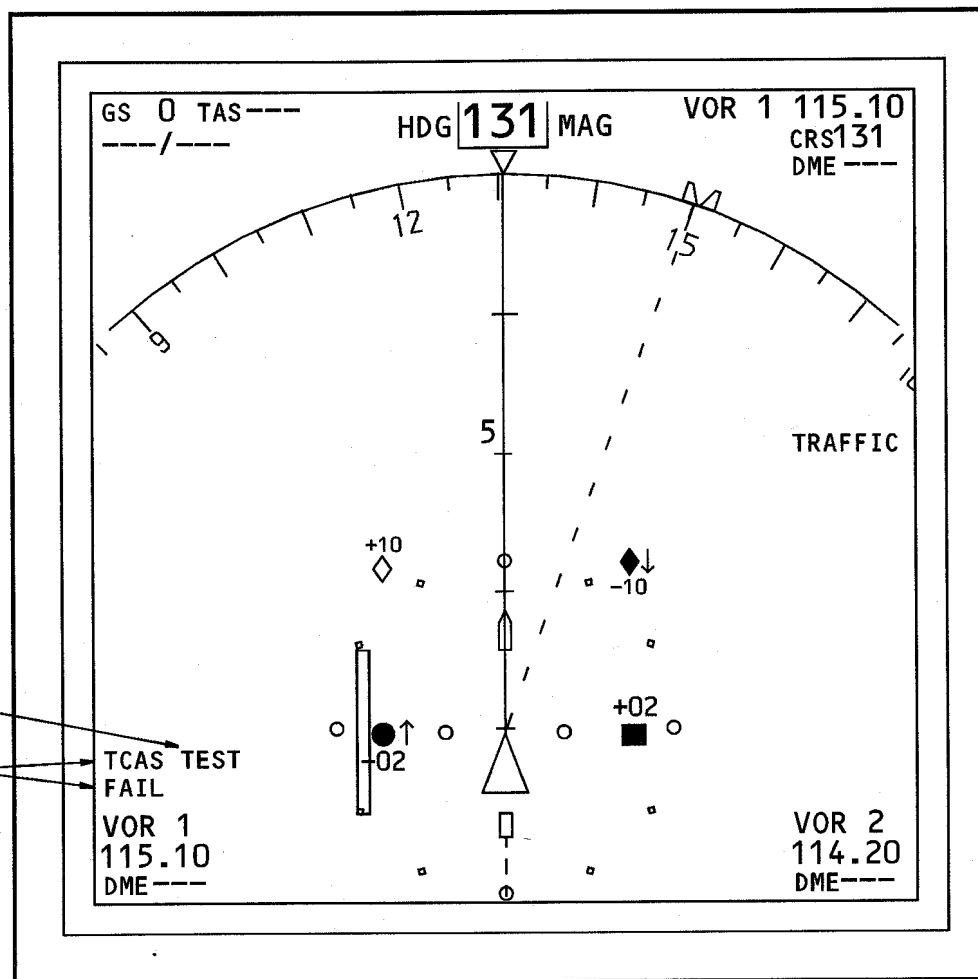
姿态指示器

TCAS 解脱
咨询 — 向下

TCAS 解脱
咨询 — 向上

青兰色

琥珀色



导航显示器

TCAS — 显示器上的自检指示

有效性
YE201

34—45—00

TCAS — 在 TCAS 计算机前面板上的自检指示

前面板自检

在前面板上压下试验按钮并保持之以起始自检。在前面板上的发光二极管字段按下列顺序点亮：

- 全部显示字段点亮 3 秒钟
- 全部显示字段熄灭 3 秒钟
- 相应的发光二极管码点亮表明了 TCAS 的状态。

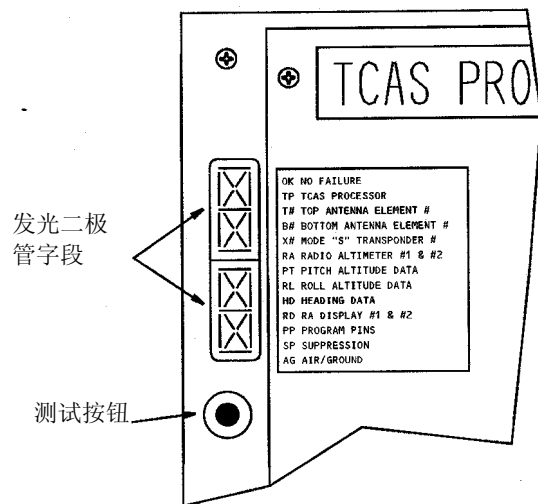
如果测试被通过，发光二极管将显示 **OK**，如果有一个故障，则显示故障码，多个故障时按顺序显示故障码，每个故障码之间空白 1 秒钟。以下为 TCAS 的故障码：

- **OK** — 无故障
- **TP** — TCAS 计算机故障
- **T1** — 顶部天线 1 号单元故障
- **T2** — 顶部天线 2 号单元故障
- **T3** — 顶部天线 3 号单元故障
- **T4** — 顶部天线 4 号单元故障
- **B1** — 底部天线 1 号单元故障
- **B2** — 底部天线 2 号单元故障
- **B3** — 底部天线 3 号单元故障

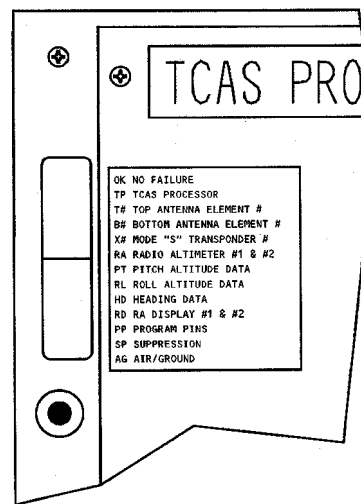
- **B4** — 底部天线 4 号单元故障
- **X1** — 1 号 ATC 应答机故障
- **X2** — 2 号 ATC 应答机故障
- **RA** — 无线电高度表（1 号和 2 号）故障
- **PT** — 从 ADIRU 来的俯仰数据故障
- **RL** — 从 ADIRU 来的横滚数据故障
- **HD** — 从 ADIRU 来的航向数据故障
- **RD** — AI 和 VSI 故障
- **PP** — 来自初始配置的程序销钉更改
- **SP** — 抑制总线故障
- **AG** — 空 / 地输入故障或飞机显示在地面而无线电高度表显示高于 1000 英尺。

有效性
YE201

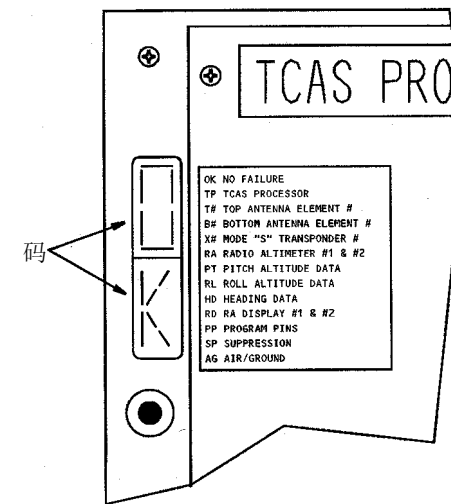
34—45—00



① 全部发光二极管字段点亮 3 秒钟



② 全部发光二极管字段熄灭 3 秒钟



③ 相应的发光二极管点亮以表明
TCAS 状态

TCAS — 在 TCAS 计算机前面板上的自检指示

TCAS — 总结

概述

此页供参考。

