

Flight Instrument System, EFIS

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, 一般由显像管 (CRT) 或液晶显示器 (LCD) 组成。和传统的机械式飞行仪表相比, 在操纵电子飞行仪表系统的飞行器时, 飞行员可以更容易地截取信息。同时, EFIS也比机械式飞行仪表, 更易维修。

一个完整的电子仪表系统除了各种显示单元外, 还包括符号发生器 (symbol generators) 。符号发生器将各种数据源, 如姿态航向基准系统和大气数据计算机的数据转换成可以显示的格式。这些数据源中也包括导航系统的输入数据, 如全球定位系统 (GPS) 、测距仪 (DME) 和惯性导航系统 (IRS) 。

——维基百科



Boeing 727 (1970)

Boeing 787 (2015)



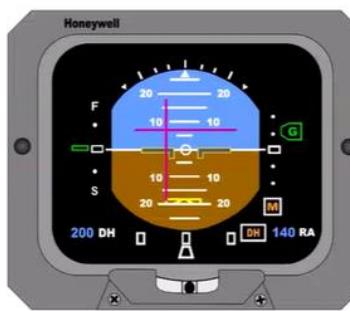
图1 机械式仪表向电子飞行仪表的转变

第一个EFIS系统

第一个EFIS系统中，由模拟仪表最早转变为数字仪表的是姿态仪(the attitude indicator, ADI)和水平位置指示器(the horizontal indicator, HSI)。

FIRST EFIS SYSTEMS

The first instruments that changed their presentation from analog to digital, were the attitude indicator (ADI) and the horizontal situation indicator (HSI).



EADI

Electronic Attitude
Director Indicator



EHSI

Electronic Horizontal
Situation Indicator



图2 最早转变为数字仪表的ADI和HSI

EFIS系统组成

一个完全的EFIS系统包括以下3部分内容：

- 显示器(Displays)
- 控制面板(Control Panel)
- 符号发生器(Symbol Generators)

EFIS COMPONENTS

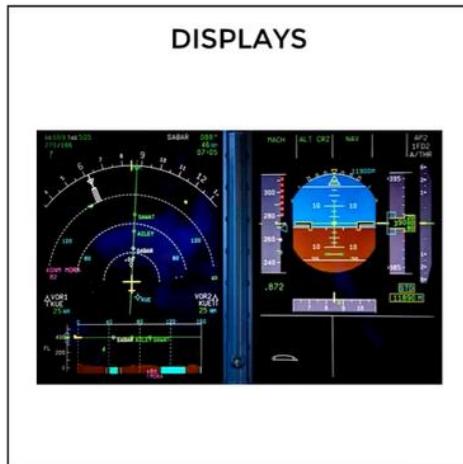


图3 EFIS的系统组成

显示器Display

除了早期的EADI和EHSI，EFIS系统中常用的显示器包括主飞行显示器(PFD)、导航显示器(ND)、多功能显示器(MFD)等。

DISPLAYS

These present the processed information from the relevant instruments or systems to the pilots.



图4 EFIS的常见显示器

EADI 电子姿态仪

该显示器包括的信息有：The attitude indicator(ADI, 姿态仪)、The flight director(FD, 飞行指引器)。除此之外，在某些情况下可能包括额外的数据：ILS偏差标度、飞行模式报告器、无线电高度、相对速度标度等。

注意：这类仪表**不包括高度、垂直速度、指示空速(indicated airspeed)**等信息。

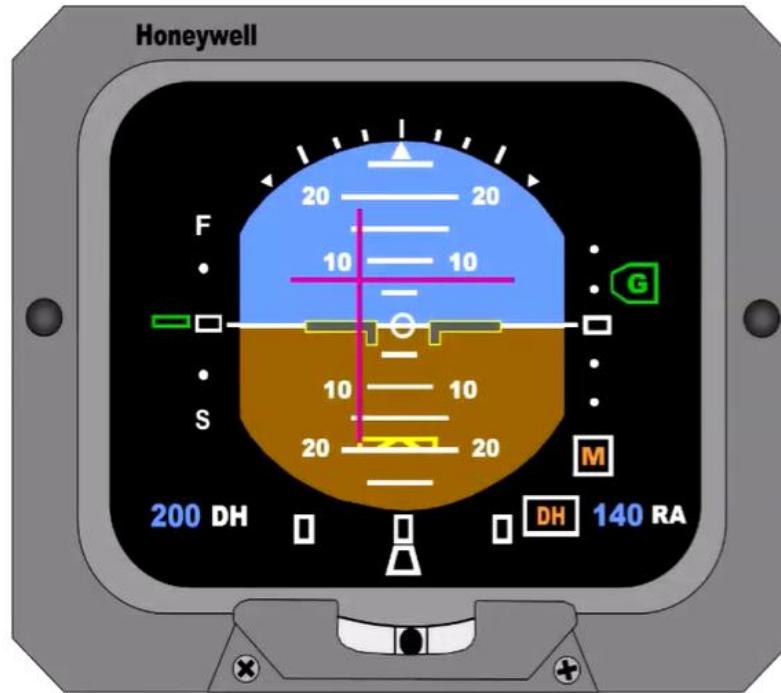


图5 EADI的示意图

EHSI 电子水平状态指示器

该显示器就是水平状态指示器HSI的数字版。除此之外，在某些情况下可能包括额外的数据：地面速度(Ground Speed, GS)、DME、RMI、飞行计划的图形表示等。

注意：这类仪表不包括先进的功能，例如：气象雷达或地形。



图6 EHSI的示意图

PFD 主飞行显示器

该显示器集成了六个仪表：**姿态仪、高度计、空速表、垂直速度指示器、航向指示器和侧滑指示器**。除此之外，这类仪表可能包括的一些额外数据：**ILS偏差标度、飞行模式指示器、无线电高度、用于导航和通讯的频率等。**



图7 PFD的示意图

ND 导航显示器 / MFD 多功能显示器

该显示器包括一个水平状态指示器(HSI)的电子版，还包括与导航相关的先进功能：真实空速(TAS)、地面速度(GS)、DME、RMI、飞行计划的图形表示、**气象雷达和地形**。

此外，一些显示器甚至包括发动机和其他飞机系统相关的信息，这种一般在小型飞机比较多。例如：Garmin G1000。



图8 ND的示意图



图9 MFD的示意图(Garmin G1000)

ECAM 电子集中式飞行监控器 / EICAS 发动机指示器和协同工作系统

然而，一些大型飞机中，发动机和系统信息由专门的显示器显示，例如ECAM和EICAS

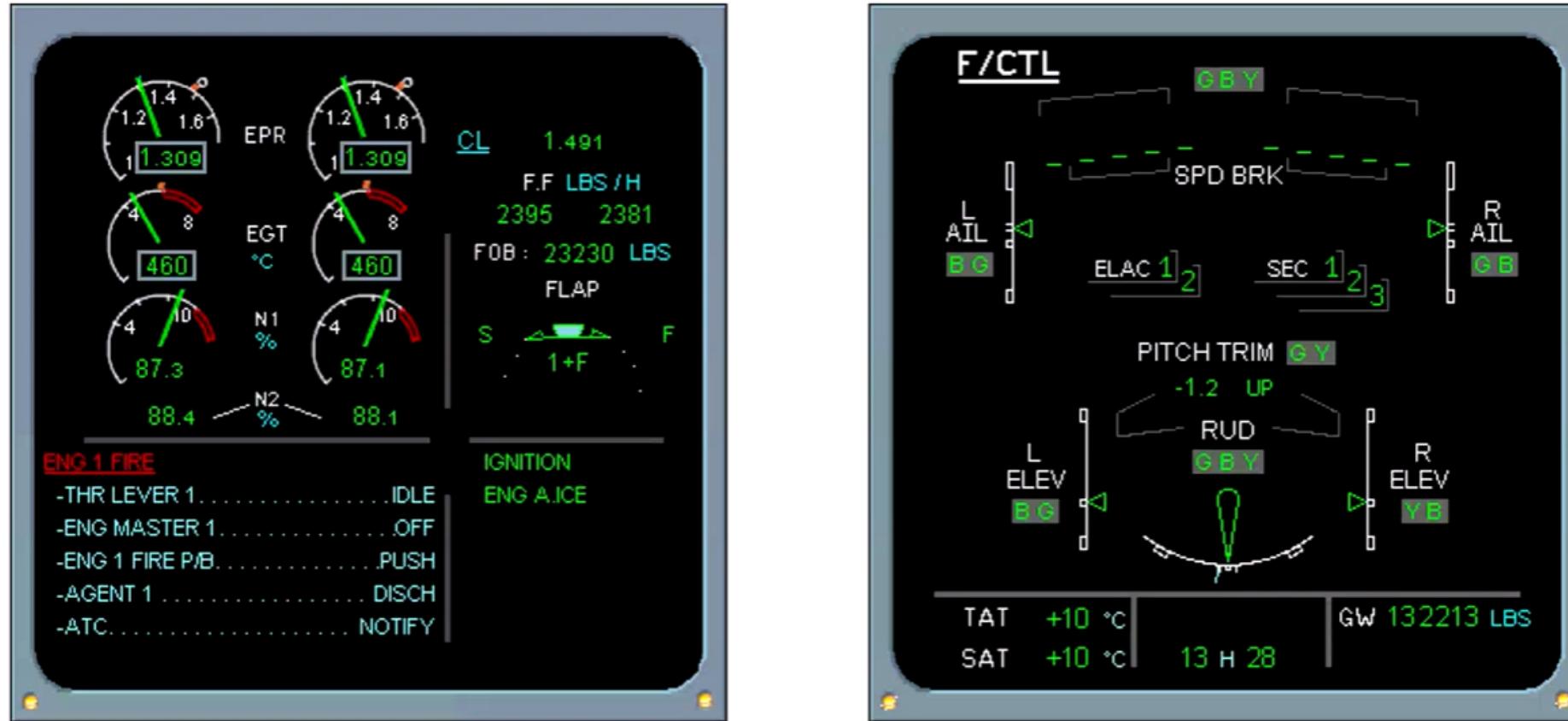


图10 ECAM 电子集中式飞行监控器(左) / EICAS 发动机指示器和协同工作系统(右)

显示器材料

早期EFIS系统的显示器材质是阴极射线管(CRT)，现在主要是LCD数字液晶显示器。

显示器总结

T型仪表盘向数字仪表盘演变，仪表的设计形式具备极大的灵活性，且数字仪表更易阅读、模糊性低、直观简单。

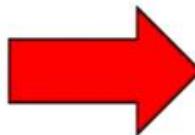


图11 T型仪表盘向数字仪表盘演变

FE 控制面板

控制面板的设计和功能因制造商和型号而异。



图12 飞行仪表的控制面板

SG 符号发生器

符号发生器充当飞行系统、控制面板和显示器之间的接口。它也常被叫做：显示管理显示器、显示处理显示器、显示电子单元。

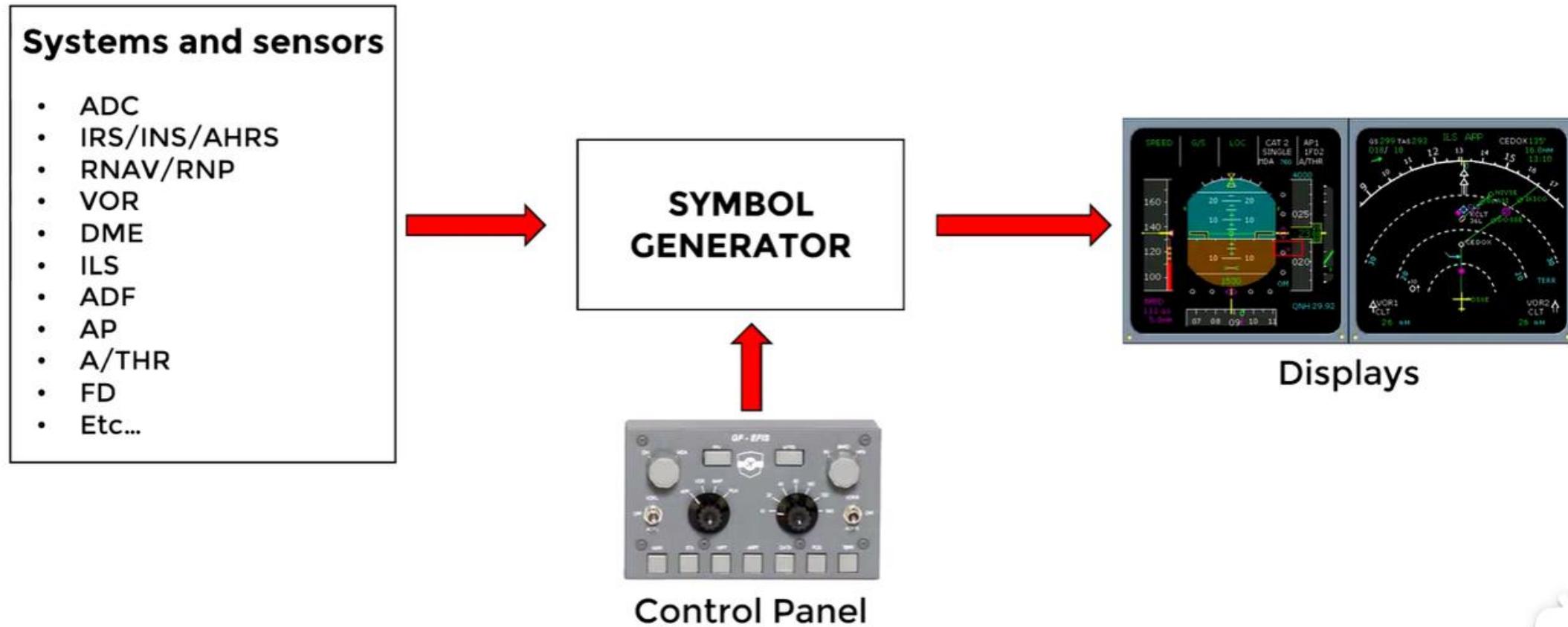


图13 飞行仪表的控制面板

1. EFIS电子飞行仪表系统

By Zhang Ruisheng

系统布局

轻型或简单的飞机通常只有一个符号发生器，这些系统只包括1个PFD和1个MFD。

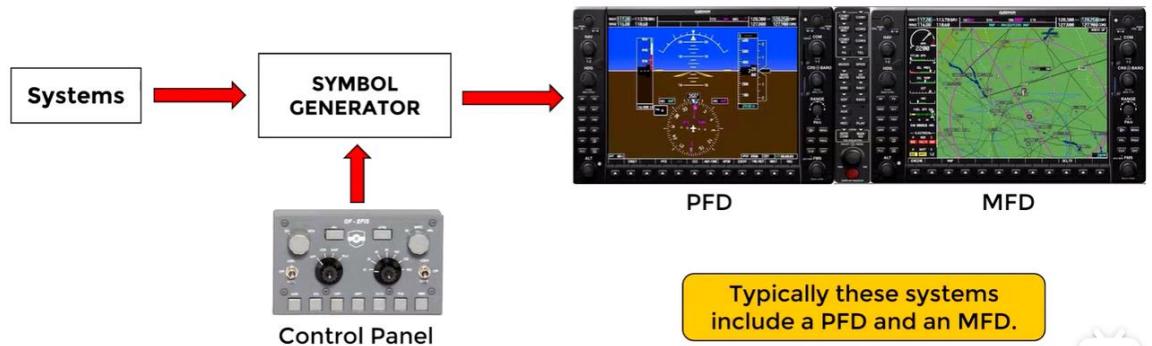


图14 简单飞机一般只有一个符号发生器

然而，复杂的飞机可能包括多达三个符号发生器，如果一个符号发生器坏了可以使用其他的：

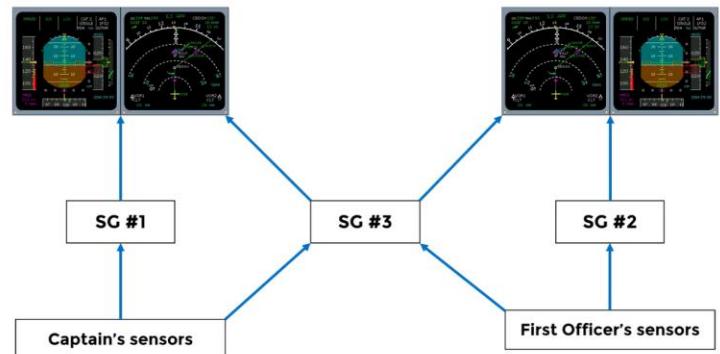


图15 复杂飞机的多个符号发生器

飞机备用仪表系统

在系统完全失效时，由这些备用仪表支持飞机基本飞行功能。这些仪表可以是模拟的，也可以是数字的。



Analog Standby Instruments



ISIS
(Integrated Standby Instrument System)

图16 机械式和电子式的飞行备用仪表

2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第一部分 DCS World 内置直升机——Black Shark3



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第一部分 DCS World 内置直升机——AH-64D(1986)



EICAS 发动机指示器
和协同工作系统



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第一部分 DCS World 内置直升机——Mi-24P Hind(1972)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第一部分 DCS World 内置直升机——SA342 Gazelle(1968)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第一部分 DCS World 内置直升机——UH-1H Huey(1961)



第一部分 DCS World 内置直升机——Mi-8MTV2 Magnificent Eight(1967)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第二部分 商用直升机——Bell 407 GX (2013.3.4)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第二部分 商用直升机——MD 500E(2022年的现代化改造版本)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第二部分 商用直升机——Robinson R66(2010-下图应为现代化改造版)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第三部分 运输直升机——Sikorsky S-76(时间不详)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第三部分 运输直升机——NHIndustries NH90(2007)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第三部分 运输直升机——Kamov Ka-60(2007)



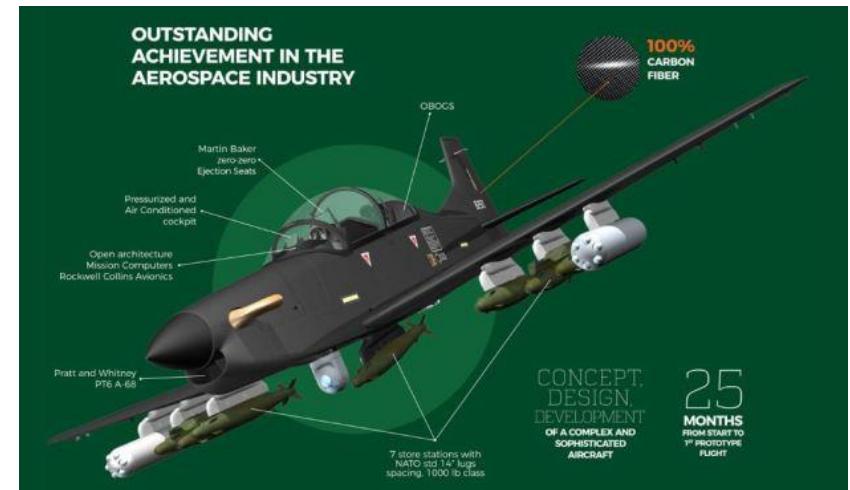
2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第四部分 战斗直升机——Bell AH-1Z Viper(2010)



第四部分 战斗直升机——Calidus B-250 (2017.11)



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第五部分 eVTOL 电动垂直起降飞行器——Joby N542BJ



2. 现有直升机界面调研

By Zhang Ruisheng

第六部分 第五代战斗机触屏界面

歼-20



苏-57



F-35



第七部分 德国舒尔特在MUM-T研究中直升机界面

