

# X-Plane 10 入门飞行手册

（ 第二册 ）

## X-FMC 飞行手册

How to Fly with X-FMC in X-Plane 10

Beginner's Guide for X-Plane, Volume II



## 版权声明

### Copyright Decleration

本文档及其附件视频资料作者 Lin Huaimin(linhuaimin@hotmail.com) 声明全部内容均是作者本人独立完成,并且确认本文档及其附件视频资料基于 GNU 自由文档许可证 (FDL) 协议实行自由开放发布。任何个人和第三方机构均可以确实自由地拷贝与分发经过或未经改动的文档,无论是否用于商业目的,作者将不会在任何条件下要求任何形式的经济补偿。同时,作者本人不需要对任何个人或第三方机构的改动负责,并且本文档及其附件视频资料以及所有衍生作品必须也是同样自由和无偿的。

Copyright (c) LIN HUAIMIN Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

GNU Free Documentation License v 1.3 : <http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html> (英语)

## 参考资料

X-FMC 官方文档：《X-FMC Manual》v2.6+，<http://www.x-fmc.com/projects/xfmc/documents>（英语）

FMC or CDU, That is the Question?，<http://forums.x-plane.org/index.php?/forums/topic/89814-fmc-or-cdu-that-is-the-question/>（英语）

Cessna 172SP X-Plane 10 入门飞行手册，<http://bbs.chinaflieer.com/thread-13085-1-1.html>

波音客机中文手册《第十章:飞行管理系统》

《PMDG 737 NGX From Cold and Dark to Shutdown Checklist》，October 3, 2011，Tom Risager（英语）

## 版本说明

版本号	日期	章节内容	作者	备注
	2016 年 6 月 24 日	创建文档	Lin Huaimin	
V1.0 Beta	2016 年 8 月 4 日	发布 1.0Beta 版	Lin Huaimin	
V1.0	2016 年 9 月 6 日		Lin Huaimin	发布
	2016 年 12 月 5 日	微调修订	Lin Huaimin	

## 内容目录

X-Plane 10 入门飞行手册.....	1
（第二册）.....	1
X-FMC 飞行手册.....	1
版权声明.....	2
参考资料.....	3
版本说明.....	4
前言.....	7
第一章 X-FMC 介绍及安装.....	8
1、FMC/CDU 介绍.....	8
2、X-FMC 介绍.....	10
3、X-FMC 安装.....	11
4、X-FMC MCDU 界面.....	11
第二章、飞行计划入门.....	14
1、飞机计划简介.....	14
2、航路规划.....	16
3、示例航路 ZJHK——ZJSY.....	18
4、SID 离场程序选择.....	20
5、STAR 进场进近程序选择.....	23
6、重量与油量.....	27
第三章 X-FMC 设置.....	32
1、飞行计划输入.....	32
1.1、公司航路文件.....	32
1.2、公司航路输入.....	32
1.3、SID 和 STAR 选择.....	35
1.5、X-FMC 主菜单页面 Init/Ref.....	47
2、起飞降落巡航参数输入.....	47
2.1、起飞参数输入.....	47
2.2、进场降落参数输入.....	53
2.3、巡航及其它参数.....	55
3、X-FMC 自动驾驶飞行.....	59
3.1、X-FMC 自动驾驶介绍.....	59
3.2、X-FMC 与 Cessna 172SP.....	59
3.3、X-FMC 与 EADT x737-800.....	62
3.4、X-FMC 与 X-Plane 默认 747-400 United.....	64
3.5、X-FMC 自动驾驶小结.....	65

附录，词汇对照表.....66

## 前言

本手册是作者结合 X-FMC 官方手册《X-FMC Manual — Complete guide for X-FMC Plugin》（Document Version 2.6 , March 2015）和自己的学习、飞行经验整理的入门手册。部分内容从 X-FMC 翻译过来的，但是**不是官方手册的完全翻译版本**。因此，如果本手册的内容与 X-FMC 官方手册描述存在歧义，请各位模拟飞行员以官方手册原文为准。

本手册使用的 X-FMC 版本为 v2.7 版，导航数据版本为 NAVIGRAPH 1603。

由于 X-FMC 主要是面向大型客机的插件，因此本手册将主要以 EDAT 的 x737-800 机模作为基础用例进行实际操作说明。手册中涉及到飞机飞行管理的一些名词和概念，作者还参考了 x737-800 机模官方手册，PMDG 737NGX（P3D 平台机模）的冷仓启动手册和波音飞机 FMC 简明操作手册。手册中还引用了其它从互联网搜索到的资源，也都在手册中说明了出处，并将相关链接附在了参考资料中。如果本手册内容涉及了版权问题，请原始版权人及时联系作者，作者将第一时间按照版权人要求对手册进行修订。

特别声明，由于作者本人不是航空专业人员，本手册涉及的航空专业名词、专业技术等内容都是网上搜索获取，因此可能存在谬误，请各位模拟飞行员见谅。如果模拟飞行员们发现手册中的错误，欢迎指正。

**本手册提供的信息仅用于 X-Plane 上的模拟飞行，不适合于真实飞行。**

# 第一章 X-FMC 介绍及安装

## 1、FMC/CDU 介绍

这一节主要是要帮助各位入门模拟飞行员先了解一下关于飞机飞行计算机系统

FMC/FMGC/CDU/FMGS 等概念，从而可以帮助大家对 X-FMC 插件在 X-Plane 模拟飞行环境中的作用有一个正确的认识。本小节内容翻译自 X-Plane.org 的帖子（FMC or CDU, That is the Question?），在参考资料中提供的原文链接。由于作者的翻译水平有限，没有对原文进行全文翻译，同时如果有歧义或者说明不清楚的地方，请各位模拟飞行员参考原文内容。

**MCDU**（Multifunction Control Display Unit，多功能控制显示单元）是指飞机驾驶舱中的物理输入设备。空客（Airbus）通常就叫做 MCDU，而波音（Boeing）则根据不同机型称作 CDU 或者 MCDU(Multipurpose control display unit)，无论怎么称呼空客和波音的 MCDU 的功能基本没有什么差异。而且两家的现代机型一般都包含了两套 MCDU 设备，部分老的机型（例如早期的 B737CLS）就只装备了一套。在 X-Plane 的机模实现中，大部分也会根据实际机型的配置相应做进来。MCDU 并不是空客对飞行管理和导航计算机（FMGC）的专有名词，空客波音的飞机都配套有 MCDU，而且其功能也都完全一致。

**FMGC**（Flight Management & Guidance Computer，飞行管理及导航计算机），也称作 FMC（波音喜欢这么叫），是飞机的飞行“大脑”。FMGC 的起源最早可以追溯到 1979 年波音公司在 727s 和 737-200 Advs 机型上装置的 Smiths PDC(Performance Data Computer，性能数据计算机)以及同时期的惯性导航系统（Inertial Navigation Systems）。波音和霍尼韦尔（Honeywell）在 1982 年首先在 767 和 757 上装备了第一代的飞行计算机（FMGC），1984 年波音和 Smiths 在 737CL 上合作了新的 FMGC，同一年空客也在 A310 上推出了他们的第一代 FMGC。随着时代的发展和技术的进步，FMGC 的功能不断完善，包括了更大的导航数据库，多个冗余 FMGC，数据链能力，起飞数据 QRH 表以及类似 RTA 这样的隐藏功能。容易和 FMGC 混淆的一个名词是 FMCS（Flight Management Computer System，飞行管理计算机系统），这个实质上也就是 FMGC。

最后一个名词是 **FMGS**（Flight Management & Guidance System，飞行管理及导航系统，也可以缩写成 FMS），请特别注意这个词的字母组合，不要跟前述的 FMGC 和 FMCS 混淆了。**FMGS（飞行管理及导航系统）不是 FMGC（飞行管理及导航计算机）的又一个缩写**，而是对辅助飞行员进行飞行控制和导航的所有系统的总称，包括但不限于以下组件：自动驾驶（autopilot）、自动油门（autothrottle）、惯性导航系统（Inertial Reference Units），GNSS，当然 **FMGC** 也包含在了 **FMGS** 内。



从定义上来说，也可以认为较为早期的 737 Original 和 727 飞机也有 FMGS（当然功能上要比现代飞机少很多）。现代意义上的 FMGS 应该是从波音 767 和空客 A310 装备了现代 FMGC（飞行管理和导航计算机）开始的。

部分公司（如 Honeywell 和 Garmin）可能会用另外一个设计概念来定义所谓 FMS，并将 FMS 用于其产品名，例如 Cessna 172SP 标配的 FMGC 就是 Garmin 430 FMS，在 X-Plane 的 C172 上也配置了一个 X430 进行模拟。但是请模拟飞行员注意这些小厂商的 FMS 与波音空客的 FMS/FMGS 在设计定义上区别，不要搞混了。

图 1.01 是一个总结构图，帮助大家理解上述概念：

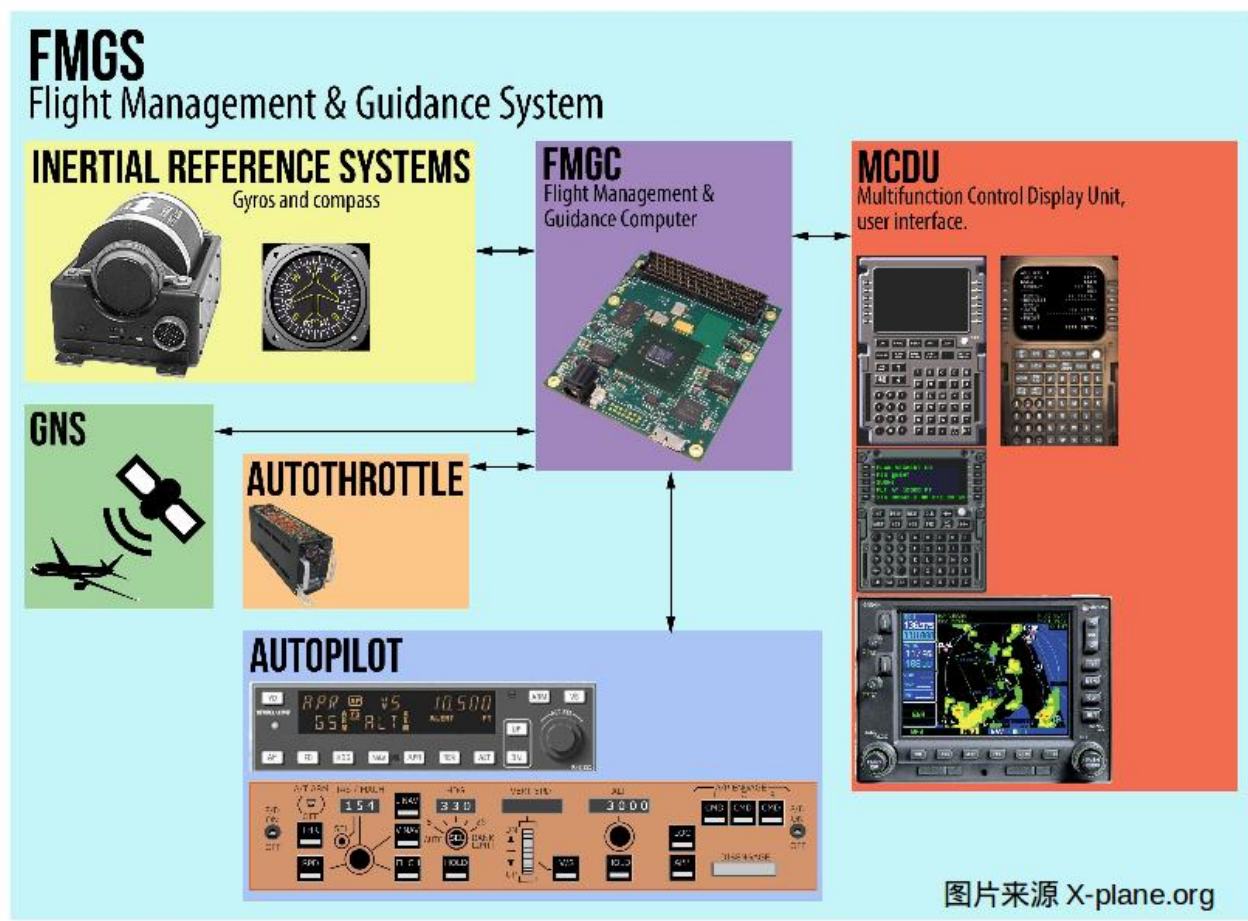


图 1.01

CDU/MCDU 是 FMGC（飞行管理和导航计算机）的输入设备，飞行员在 CDU/MCDU 上输入飞行计划和飞行控制参数，由 FMGC/FMC 对飞行计划和这些控制参数进行处理，然后交给相关的飞行控制系统（自动驾驶、自动油门、导航系统、升降舵啥的）进行自主飞行管理和控制，而飞行状态也将有 FMC/FMGC 在各类显示屏上进行显示。由于 CDU/MCDU 是 FMC/FMGC 最外层的可见部分，因此大多数

人也会把 CDU/MCDU 直接称之为 FMC。

X-Plane 模拟飞行系统可以理解为一套完整的 **FMGS**，这个内嵌 FMGS 是底层引擎，用于驱动整个 X-Plane 的模拟飞行。X-Plane 作为一个 FMGS，当然也有一套内嵌的 FMC/FMGC，几乎所有免费机模都直接采用了 X-Plane 的内嵌 FMC；例如 X-Plane 默认机模 Cessna 172SP 就自带了一个 X430 FMS，这个就是使用了 X-Plane 的内嵌 FMC，而系统默认的 747 United 机模也是完全采用 X-Plane 的内嵌 FMC。x737 机模虽然是免费的，但是通过插件系统实现了部分自有 FMC，不完全采用 X-Plane 的内嵌 FMC（如果安装了收费的 UPMC 插件，则 x737 就有了一套完整的自带 FMGC 插件系统）。

由于不同机型的 FMC 及飞行控制操作面板差异较大，因此 X-Plane 允许不同的机模开发者基于插件系统设计自己的 FMGC/FMC 系统，从而实现更为真实的模拟效果。因此对于 Jar Design 的 Airbus A320，IXEG 的 737CL 这类收费机模，都通过插件系统完全自带了一套 FMC，而不使用（至少不直接使用）X-Plane 内嵌的 FMC（但是本质上在系统底层还是要用 X-Plane 的 FMC 进行数据交换，然后驱动 X-Plane 这个 FMGS 引擎工作）。

但是 X-Plane 的内嵌 FMC 只提供一个非常简单的 CDU/MCDU 实现，默认机模中也只有 Cessna 172SP 的 X430 实现了一个比较好的输入面板；而默认的 747 或者 x737-800 等免费机模自带的 MCDU 都非常简单，操作使用很不方便，而且很多飞行参数都没法输入。

## 2、X-FMC 介绍

根据上一节的定义可以知道，X-FMC 插件其实是面向 X-Plane 内嵌 FMGS 的通用 FMC 插件。X-FMC 提供了一个基于波音系列飞机风格设计的 MCDU，方便模拟飞行员更加直接和方便地输入各类飞行计划和飞行参数，并且能够尽可能模拟现代飞行计算机系统的飞行管理和导航功能。作为通用插件，X-FMC 也同样适用于包括空客在内的其它飞机机模（尤其是从 X-plane.org 下载的 Freeware 免费机模）。对于那些自带完整插件 FMC 的收费机模而言，X-FMC 基本就不适用了，只能用机模自带的插件 FMC。本手册的操作**不完全适应于**其它机模自带的插件 FMC，仅可以作为一个参考。

X-FMC 从 X-Plane 内嵌 FMGS 系统获得诸如航向（HDG），高度（ALT）和垂直速度(V/S)等数据用于飞机飞行。同时 X-FMC 重新编码构建了几乎所有的真实 FMC 功能，包括水平导航（LNAV），垂直导航（VNAV），油料预估，预计到达时间（ETA），标准仪表离场和标准仪表进近（SID/STAR），阶段爬升、自动调整、副驾驶辅助、以及以下新功能（v2.6 版本）：新的 UI 设计；新的水平导航侧风补偿模型；爬升和下降极限预警；有限制的 SID/STAR 以及进近（速度/高度）；完整的 FIX 和航路 (Airways)实现。

### 3、X-FMC 安装

X-FMC 安装在[X-Plane 10]\Resources\plugins\XFMC 目录下，安装新版本的 X-FMC 之前必须把旧的版本完全删除，然后再将新的版本安装到这个目录下。安装方法其实很简单，在 X-FMC 官网下载最新版本的 X-FMC，然后直接运行下载的安装包，运行安装程序，根据提示选择 X-Plane 10 的安装目录，然后点击下一步，安装程序就会将 XFMC 安装到[X-Plane 10]\Resources\plugins\XFMC 目录下。（X-FMC 在 Windows/Linux/MAC 平台的安装都一样）

X-FMC 导航数据是独立的，安装在[X-Plane 10]\Resources\plugins\XFMC\X-FMC navdata 目录下，安装完成 X-FMC 之后，再将下载的最新 NAVIGRAPH X-FMC 导航数据复制到这个目录下，覆盖原有导航数据即可。特别提醒，一定要保证 X-FMC 的导航数据与 X-Plane 默认的导航数据一致，否则就会导致在 X-Plane 中飞行时，飞机偏航、对不准跑道等问题。（X-Plane 10 系统默认的导航数据在[X-Plane 10]\Custom Data 目录下。）

正确安装了 X-FMC 后，每次启动 X-Plane 时，都会听到“FMC check: OK”的声音，进入系统后，X-FMC MCDU 默认就会显示在屏幕右侧（无论是哪个机模）。可以通过按 F9 来打开或关闭 X-FMC MCDU 显示。也可以通过编辑 X-FMC 根目录下的 xfmc.cfg 文件，修改参数#DEFAULTHIDING=0，将其修改为默认不显示。

X-FMC 会给每一个机模生成一个配置文件（选择到这个机模是就会创建），这个配置文件就在机模自己的根目录下（不在 X-FMC 安装目录下），配置文件名与机模的文件名一样，例如 x737 的机模文件为 737.acf，则 X-FMC 的 737 配置文件名就是 737.cfg；默认 747 机模文件名为 747-400 United.acf，则 X-FMC 配置文件就是 747-400 United.cfg。这个配置文件 X-FMC 会自动创建，但是允许模拟飞行员进行修改。大多数情况下，X-FMC 自动创建的配置文件就够了，不需要模拟飞行员对其做修改。对于 x737 这类机模，在 X-Plane.org 上也有定制配置文件可以下载。

### 4、X-FMC MCDU 界面

图 1.02 就是进入 X-Plane 后显示的 X-FMC 的 MCDU 界面，整个界面分成 5 个功能区域，下图简要总结了 5 个功能区域的作用：



图 1.02

点击功能键区的 Menu 按键，显示屏就会显示 Menu 菜单（图 1.03）：

1. 标题栏：显示飞行状态，例如：Boarding, Climb, Cruise, Descent, ...

2. 显示屏：显示各类操作控制界面，左右两侧各有 6 个行选择按键（LSK，Line Select Key），对应于操作控制界面上的功能菜单项；左边一组从上到下分别编号 Left LSK1~6；右边一组从上到下分别编号 Right LSK1~6；显示屏最下面有一个输入栏（左图显示 Model Loaded 的地方），在键盘区输入的信息会先显示在这里，然后通过 LSK 键设定到对应的参数中去；特别提示，输入栏没有光标提示。

3. 功能键区：各类 FMC 功能键，实现不同功能操作；例如 AP 键是自动驾驶激活键，按下后启动自动驾驶，再按就关闭自动驾驶；右上角的 MAP 键是地图键，可以查看输入的飞行计划的导航航迹；

4. X-FMC 键盘区，移动鼠标点击相应的字母或者数字键，就可以进行输入；X-FMC 支持使用电脑键盘直接输入，当然对于 DEL 和 CLR 等功能键还是需要用鼠标点击的。

5. X-FMC VNAV 和 LNAV 激活键；激活了就类似图显示的黄色灯亮起，否则就是没有激活。

6. 自动油门 Auto-Throttle 激活键，激活了就类似 LNAV 那样的黄色灯亮起，否则就是没有激活



图 1.03

1、Menu 菜单只比初始界面多了一个 Reset XFMC 的功能在显示屏右侧，按下显示屏右侧的 RLSK1 选择按键，就会重置 X-FMC，清空所有配置，恢复初始状态。

2、点击 LLSK1，选择 FMC 功能，就进入 FMC 系统界面。

3、点击 LLSK2，选择 ACARS，这个目前没有实现，所以没反应

## 第二章、飞行计划入门

本章将先介绍一些与 X-FMC 相关的飞行计划、飞行参数的概念和获取方法，这些内容都将用于后续的 X-FMC 输入。主要包括航路规划、SID/STAR 离场进场程序选择、飞机重量与油量管理几个部分。

### 1、飞机计划简介

所谓飞行计划就是用于计划飞行、飞行管制及导航目的的书面文件或电子数据文件。该计划是根据飞机性能、运行限制、计划航路及预计着陆机场条件，为安全组织及实施飞行而制定，其中包括：航班号、航段、飞机类型、注册号、计划航路、计划高度、备降机场及航程所需燃油。

一个飞行计划基本的部分包含了：

1.起始机场和目的机场。

2.航路点：包括：伏尔导航点，无线电罗盘导航点，飞机场参考导航点，航线中导航点，终端导航点，跑道导航点，飞行员自定义导航点。

3.标准出发，标准到达，进近，目视进近。

4.航路。

5.飞机飞行高度和油量。

6.初始飞机场位置。

根据我国航空资料汇编 AIP 的规定，飞行计划的格式如图 1.04：



ENR 1.10-2

中国航行资料汇编 AIP CHINA

飞行计划 FLIGHT PLAN									
电报等级 PRIORITY 《≡FF→		收电地点和单位 ADDRESSEE(S) <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>							
申报时间 FILING TIME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		发电地点和单位 ORIGINATOR <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>							
收电和(或)发电地点和单位全称 SPECIFIC IDENTIFICATION OF ADDRESSEE(S) AND/OR ORIGINATOR									
种类 3 MESSAGE TYPE 《≡ (FPL		航空器识别标志 7 AIRCRAFT IDENTIFICATION <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			飞行规则 8 FLIGHT RULES <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		飞行种类 TYPE OF FLIGHT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		
架数 9 NUMBER <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		航空器类别 TYPE OF AIRCRAFT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			按座流分类 WAKE TURBULENCE CAT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		设备 10 EQUIPMENT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		
起飞机场 13 DEPARTURE AERODROME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		时间 TIME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			航路 ROUTE <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
巡航速度 15 CRUISING SPEED <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		高度 LEVEL <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			航路 ROUTE <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>				
目的地机场 16 DESTINATION AERODROME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		预计经过时间 TOTAL EET 小时: 分钟 HR. MIN <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			备降机场 ALTN AERODROME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		第二备降机场 2ND ALTN AERODROME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		
其它资料 18 OTHER INFORMATION <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>									
续航能力 19 ENDURANCE 小时: 分钟 HR. MIN <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		补充资料 (在申报飞行计划电报中不报) SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)						应急无线电 EMERGENCY RADIO	
救生设备 SURVIVAL EQUIPMENT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		机上人数 PERSONS <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		UHF <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		VHF <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		ELBA <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
救生艇 DINGHIES <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		极地 POLAR <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		沙漠 DESERT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		海洋 MARITIME <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		丛林 JUNGLE <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
救生衣 JACKETS <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		灯光 LIGHT <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		荧光 FLUORES <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		UHF <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		VHF <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
数量 NUMBER <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		容量 CAPACITY <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		覆盖 COVER <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>		颜色 COLOUR <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>			
航空器颜色和标志 AIRCRAFT COLOUR AND MARKINGS <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>									
附注 REMARKS <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>									
机长 PILOT IN COMMAND <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>									
申报人 FILED BY <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>									
填写补充要求的预留位置 SPACE RESERVED FOR ADDITIONAL REQUIREMENTS									

2012-12-1

中国民用航空局 CAAC

图 1.04

当飞机的飞行距离非常长，飞越了多个飞行情报区（FIR, Flight information region）因此当我们要从一个机场飞到另外一个机场，就需要实现把飞行计划提交给到整个航程中的所有飞行情报区的管制单位，然后才能开始飞行，而且整个飞行航程中都必须严格遵照飞行计划执行，并听从管制单位的管制调度。

## 2、航路规划

航路规划一般是通过查询航空资料汇编的航图进行规划，现在也都是专业的航图规划软件来实现，例如Jeppesen JeppView。国内的模拟飞行论坛提供了一个工具网站（AIRCN 全球航路查询系统

）可以帮助国内的模拟飞行员制定规划模拟飞行的航路，网站链接如下：


<http://rte.aircn.org/routefinder/index.php>。(图 1.05)



图 1.05




另外一个非常不错的航程规划网站是国外的 RouteFinder，网站链接如下：  
<http://rfinder.asalink.net/free/>。(图 1.06)



RouteFinder

Route generator for PC flight simulation use



Departure ...:  (example: LIRF) / Country Code:  (optional)

Destination ...:  (example: EGLL) / Country Code:  (optional)

Enroute altitude: between  and  Level:  Database:

☒ Use **SIDs** ☒ Use **STARs** ☒ RNAV equipped ☐ TACAN routes NATs:

Find route

Reset

Full version of RouteFinder is at: <http://rfinder.asalink.net/>

// 2015-05-15 04:15:00 //

Routes from/to through Hungary: Due to Free Route Airspace (all airways in Hungary were removed) RouteFinder now attempts to insert DCT segments as needed.

// 2006-04-08 06:10:00 //

Please note that some airports (more and more of them lately in Europe) have arrival connecting points that cannot be reached from cruising level. If you find that the system does not use the correct arrival, or if it can't find a route at all, try specifying a lower limit in the route request. For example, instead of FL330 - FL330, try FL230 - FL330.

// 2005-01-02 14:30:00 //

RouteFinder user's manual is online (PDF version); see section "Documents" on the main site (<http://rfinder.asalink.net/>).

// 2004-02-08 10:34:00 //

Warning about firewall software: It was reported that some personal firewall software (e.g. Norton Personal Firewall) may interfere with the operation of the system. Should you notice missing links or corrupted pages, this could be a possible cause - however please be careful if you choose to disable your security filters.

// 2003-12-07 18:14:00 //

RouteFinder (commercial version) is now operative at: <http://rfinder.asalink.net/>. During its initial operating period the site will offer auto-routing, database query, NOTAM and dynamically generated charting for a subscription price of 15 EUR for 6 months.

ASA srl - a company based in Italy - offers IT solutions and services for the management and processing of aeronautical information. This route generator service is provided free of charge to the Flight Simulation Community; while its concept is based on current ASA technology, it does not contain all the logic and features of its counterpart aimed at real aviation users (and the underlying database is maintained separately, trying to meet PC flight simulation needs).

Disclaimer: Navigation data provided by this program IS **\*NOT\* TO BE USED FOR REAL WORLD NAVIGATION**; the author of the program declines the responsibility for any bad consequence caused by the use of a flight plan generated by the program. The data is **provided AS IT IS** and is intended to be **used only for flight simulation programs**.

Anyone wanting to link to this site is welcome to do so, using any of the following URLs:  
<http://rfinder.asalink.net/>  
<http://rfinder.asalink.net/free/>

We kindly ask that webmasters **\*DO NOT\*** link directly to the auto-routing script, but only to the starting page. The service is meant to be used interactively and only through its public access page(s).




图 1.06

在起飞机场和目的机场输入框中输入两个机场的 ICAO 号，例如本手册示例以海口美兰机场（ZJHK）为出发机场，而三亚凤凰机场（ZJSY）为目的机场(图 1.07)。

RouteFinder

Route generator for PC flight simulation use - **NOT FOR REAL WORLD NAVIGATION**

(C)2005-2007 ASA srl - Italy

NAT: Eastbound track message identification is 178

NAT: Westbound track message identification is 178

NATs: NATW: can't identify fix 4930 (-1)

Computed route from **HAIKOU / MEILAN** (ZJHK, ZJ) to **SANYA / PHOENIX** (ZJSY, ZJ): 4 fixes, 219.0 nautical miles

Cruise altitude between FL200 and FL200

**ZJHK** (0.0nm) -SID-> **WL** (105.4nm) -G221-> **GIVIL** (157.3nm) -STAR-> **ZJSY** (219.0nm)

Details:

ID	FREQ	TRK	DIST	Coords	Name/Remarks
ZJHK	0	0	0	N19°56'00.00" E110°27'36.00"	HAIKOU / MEILAN
WL	426	213	105	N18°29'18.00" E109°24'12.00"	BAOLONG
GIVIL	27	52	52	N19°15'00.00" E109°50'00.00"	GIVIL
ZJSY	201	62	62	N18°18'06.00" E109°24'48.00"	SANYA / PHOENIX

Tracks are magnetic, distances are in nautical miles.

**ZJHK** SID **WL** G221 **GIVIL** STAR **ZJSY**

[\[Back\]](#)

图 1.07

第 17 页

以上两个网站都提供了相同的航路计划：**ZJHK SID WL G221 GIVIL STAR ZJSY**。这个航路规划就是 **FMC** 的输入文件内容。

对于这个航路的描述这里做一个简单的解释：开头和结尾就是起飞和目的机场的 **ICAO** 编码，**ZJHK** 就是海口美兰机场，**ZJSY** 就是三亚凤凰机场。

**SID** 是 **Standard Instrument Departure** 的首字母缩写，即标准仪表离场程序。在航程计划编制的时候，只需要说明按照标准离场程序离场就好了，至于具体按哪个离场程序执行，在 **FMC** 输入时再选择。

**STAR** 是 **Standard instrument Arrival** 和 **Instrument Approach** 的缩写，即标准仪表进场程序和标准仪表进近程序；同样在这里也只需要说明是要按照标准进场程序和标准仪表进近，至于具体按哪个进场/进近程序执行，在 **FMC** 输入时再选择。

**WL** 和 **GIVIL** 是导航点的编号，这些导航点可以是 **VOR** 站，也可以是 **NDB** 站，甚至仅仅只是一个坐标点（如航图上所谓 **FIX** 点）而已。

**G221** 则是航线编号，即在航图上的两个导航点之间连接的直线，每条航线都有一个编号。

从字面解释上述航路规划的意思就是：从 **ZJHK** 起飞，按照 **SID** 程序离场，直接飞到 **WL** 导航点，然后沿着 **G221** 航线飞到 **GIVIL** 导航点，最后从 **GIVIL** 开始按照 **STAR** 程序进场进近，最后直接降落在 **ZJSY** 机场。

### 3、示例航路 ZJHK——ZJSY

根据上述两个网站给出的航路，在地图上一看，感觉这是一个非常奇葩的航路规划（图 1.08）：**WL** 其实比 **GIVIL** 更靠近三亚，而且 **GIVIL** 的标准进场程序就要经过 **WL**，所以我觉得这个航路设计太没道理了，只好自己规划了。



图 1.08

通过研究中国飞行情报网上下载的全国航图高空航路图（1603 版），找到海南岛的部分，根据航路图就可以自己做航路规划了：

**ZJHK SID NYB G221 GIVIL G221 WL STAR ZJSY**

下图（图 1.09）就是海南岛高空航图的一部分，上方红色方条代表海口美兰机场（ZJHK），红色大园点表示导航点（NYB、GIVIL、WL）；黄色方框就是航线编号 G221；最后下方的红色方条代表三亚凤凰机场（ZJSY）。

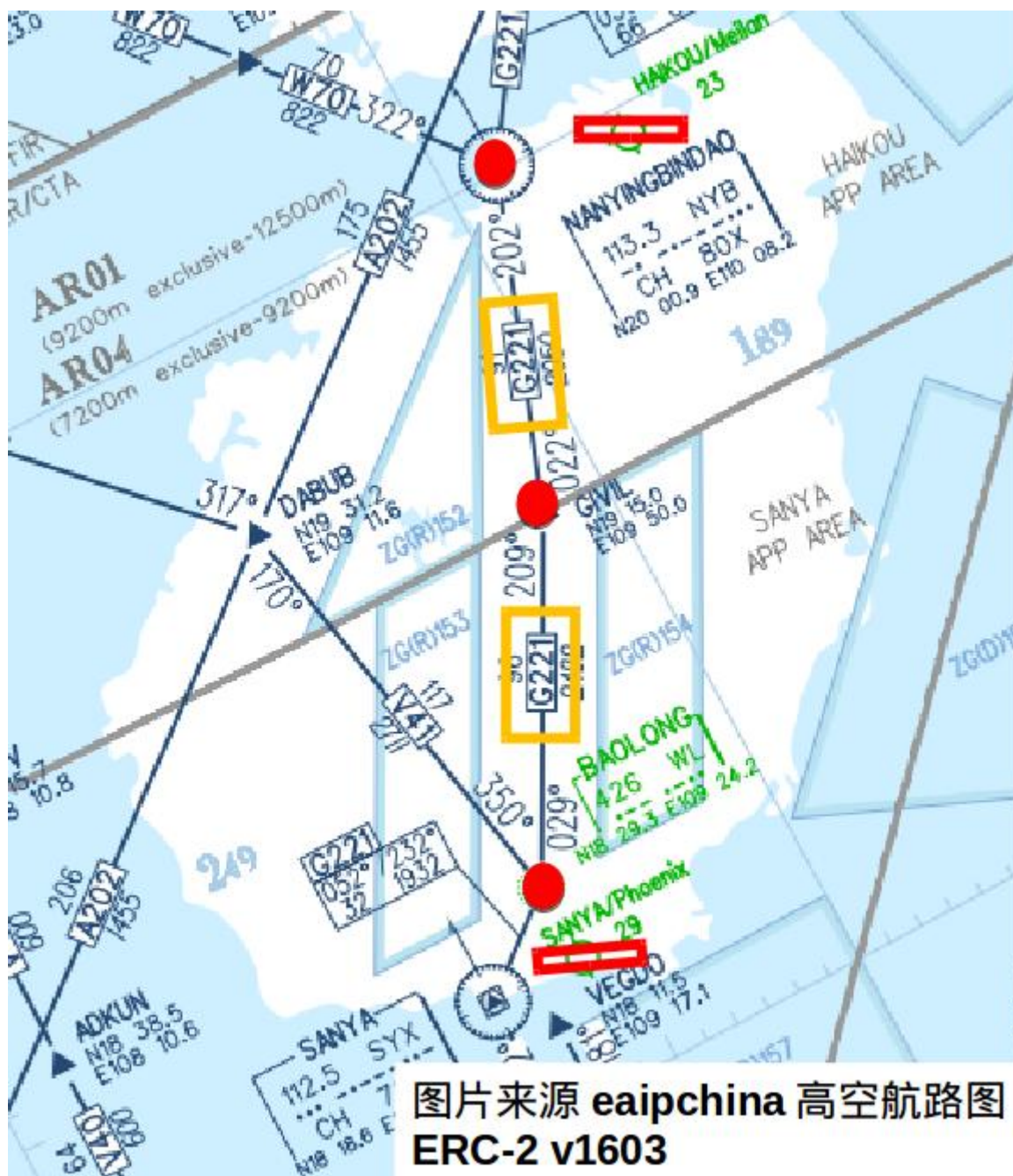


图 1.09

## 4、SID 离场程序选择

接下来就是 SID 和 STAR 离场程序（SID）和进场进近程序(STAR)的选择了。SID 要查看出发机场海口美兰机场的机场航图，标准仪表离场图（Standard Departure Chart – Instrument）。本手册选择的起飞跑道是海口美兰机场 09 号跑道 RWY 09，因此就要查看 RWY 09 的 SID 图（图 1.10）。这里不详细介绍航图的全部内容，主要就是简单说明如何在航图中查找一个离场程序。图中红色方条代表了海口美兰机场

的跑道，从 RWY 09 跑道起飞在图上就是从左向右起飞，所以只有跑道右侧有箭头出来；红色大圆点表示导航点（除了 NYB 和 GIVIL 外，还多了一个起飞后的转向点）；而黄色方框则表示离场程序编号，这里我们选择了 **WL-01D 离场程序**，请模拟飞行员记住这个编号，后面在 X-FMC 中输入 SID 时就要用到。从图上可以看到除了 WL-01D 以外，往不同方向还有 WL-02D、BHY-01D、SIKOU-01D、ASSAD-01D 等多个不同的离场程序可以选择，就模拟飞行而言，选择的依据就是目标机场的方位。例如，如果从海口出发往北京、上海方向，那么就应该选择 SIKOU-01D，往内陆四川西南方向，BHY-01D 则更合适。本手册的目的地是南面的三亚，那么 WL-01D 或 WL-02D 都可以，只不过在本手册中选择了 WL-01D 作为例子。航图中还包含了航向、高度、塔台通讯频率等信息，这些就不在此详细介绍了。



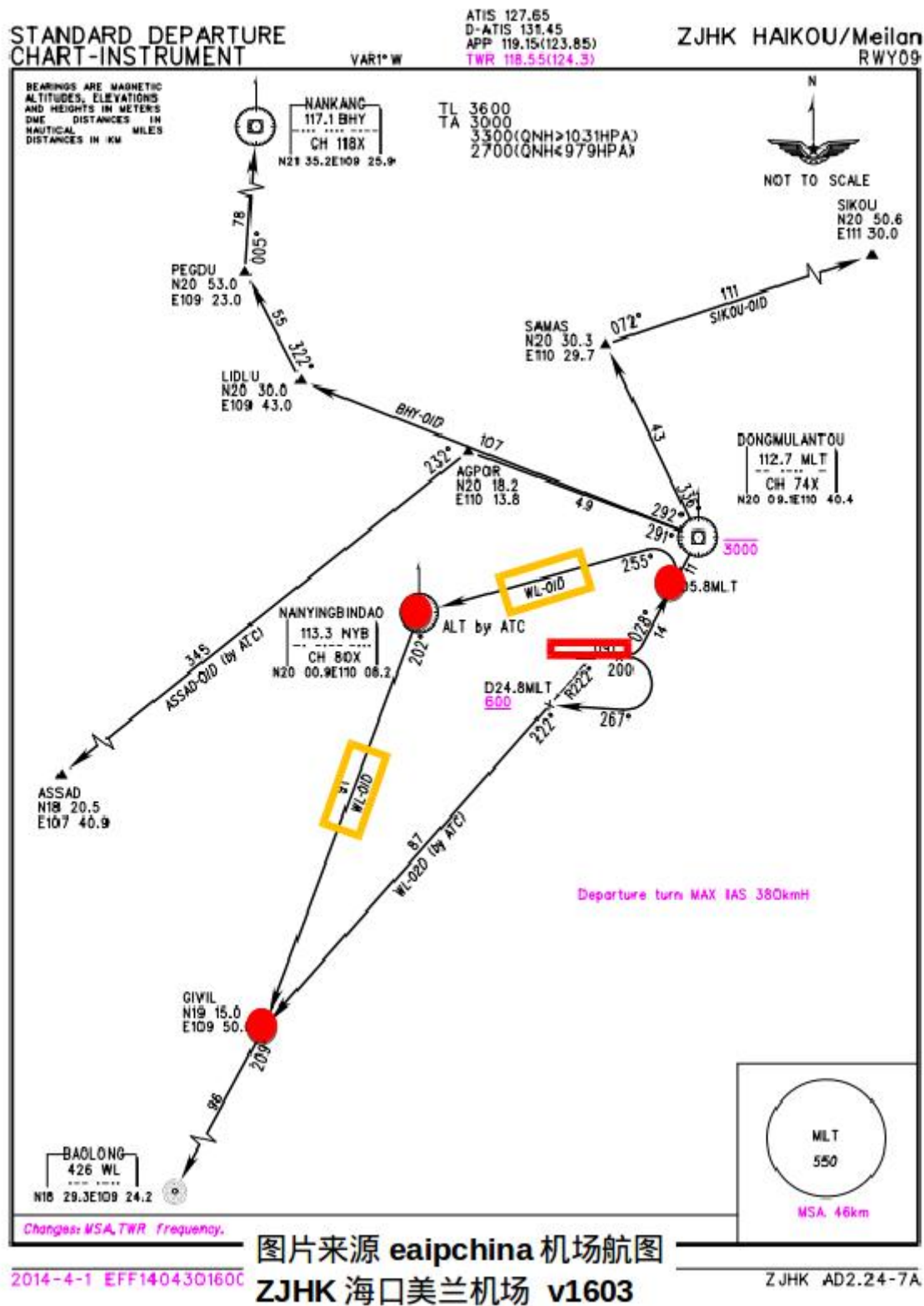


图 1.10

## 5、STAR 进场进近程序选择

进场进近程序分成了两个部分，一个是进场，另外一个 ILS 进近，分别要查看两张图。首先是标准仪表进场程序图(Standard Arrival Chart – Instrument)。本手册选择的降落跑道是三亚凤凰机场的 08 号跑道 RWY 08，因此就要查看 RWY 08 的进场程序图（图 1.11）。进场程序图和离场程序图（SID）很像，只不过所有的箭头全部指向机场跑道的方向。同样，下图中红色方条代表了三亚凤凰机场的跑道，在 RWY 08 降落，在图中就是从左侧进入跑道；红色大圆点表示导航点（WL 在航线中，多了一个 SYX 为进近转换点，这个也要记下来，后面要用到）；黄色方框框出了进场程序的编号：**GIVIL-01A**。这个编号也请模拟飞行员记下来，后面在 X-FMC 中输入飞行计划时要用到。同样，图中也包含了进场航向、高度、塔台通讯频率等信息，以及其它进场程序和等待航线程序的信息，这里就不再详细介绍了，请模拟飞行员自行查找相关资料进行学习。

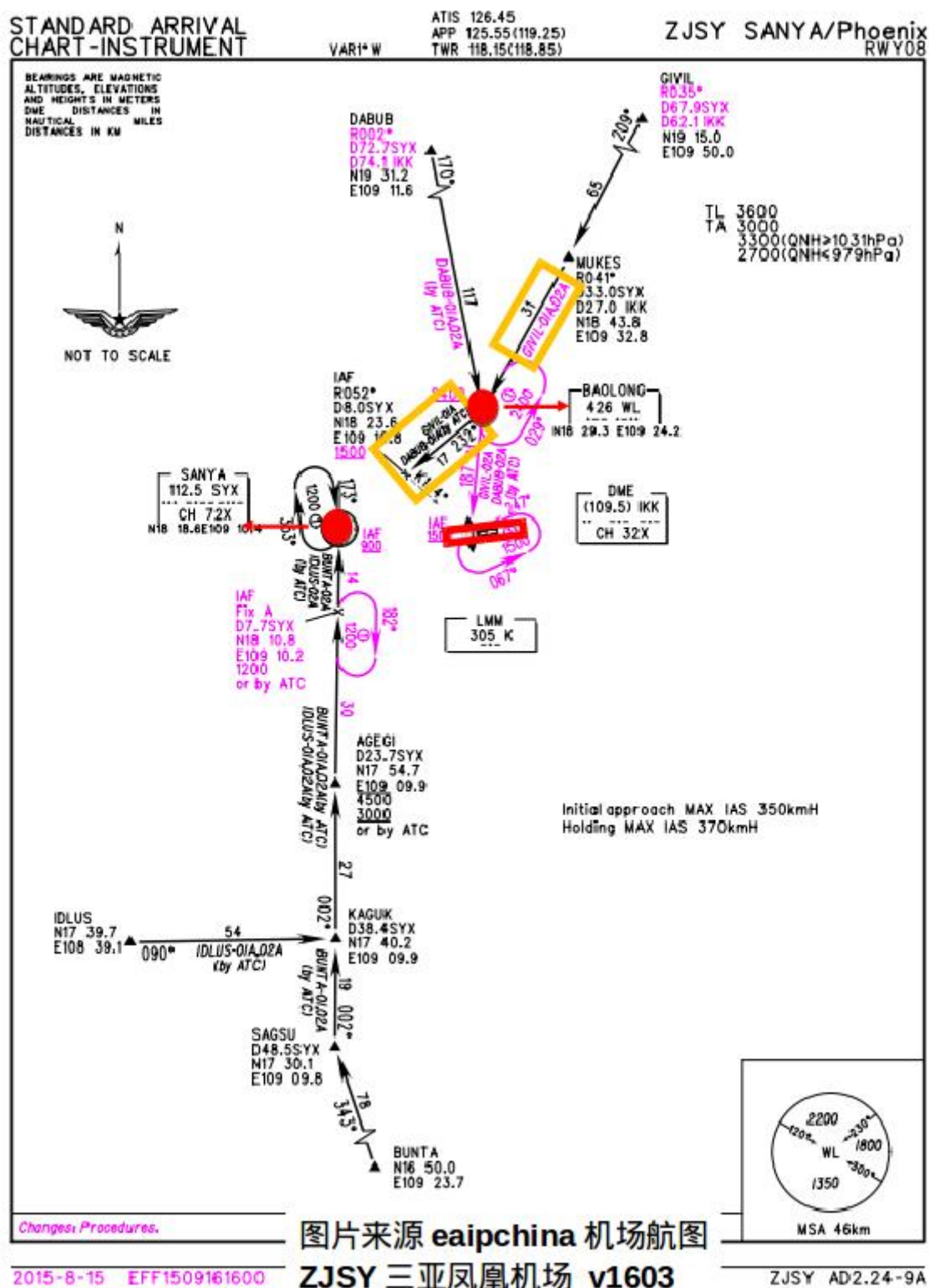


图 1.11

接下来就是仪表进近图了（Instrument Approach Chart - ICAO），根据仪表进近的方式不同，同一



跑道的仪表进近图有好几个，本手册选择的是 ILS 进近，因此我们要看的是 RWY 08 ILS/DME 仪表进近图。（图 1.12）

同样图中间的红色方条表示三亚凤凰机场的跑道；红色园点表示导航点，除了在进场图中出现的 SYX 以外，还有一个转向点，这个不需要特别记，X-FMC 会根据自带的导航数据自动找出来。图中红色方框框出来的就是 RWY 08 的跑道磁方向（83 度），ILS 频率（109.5）和代码（IKK）。黄色方框是要跟进场图中从 WL 到 SYX 的黄色方框对应，即本手册选择从 WL 导航点转到 232 度磁方向，从 SYX 导航点开始进近，并最终降落到三亚凤凰机场的 RWY 08 跑道上。

当然，仪表进近图也还有大量其它信息，这些都跟安全着陆密切相关，这些已经超出本手册的范围，因此这里就不再详细讨论下去了。特别提示一下，中国的航图中采用的是公制单位，高度和距离单位为米或千米、速度单位为每千米/小时；而机模上则采用的是英制单位，高度单位为英尺、速度单位为节，距离单位为海里，这个要特别注意，在 X-FMC 输入时需要将国内的公制单位转换成英制单位才能输入，否则很容易搞错了。

最后总结一下：

**SID 进场程序选择的是 ZJHK RWY 09 的 WL-01D；进场程序选择的是 ZJSY RWY 08 的 GIVIL-01A，进近转向点选择的是 SYX，进近仪表规程选择的是 ILS。**



第 26 页

## 6、重量与油量

飞行计划除了航线和离场进场程序以外，另外一个关键内容就是飞行重量和油量，不同机型和不同距离的航线对于重量和油量都有不同的要求，这些要求直接决定了飞机是否能够安全抵达目的地。以下列出了几个主要大型客机的参数：

机型	Boeing 737-800	Boeing 747-400	Airbus A320neo	Airbus A380
X-Plane 机模	x737-800 v5	X-Plane 默认 747-400 United		
无燃料净重量 MZFW	61,689 千克 (136,000 磅 lb)	178,756 千克 ( 394,090 磅 lb)	64,300 千克 (142,000 磅 lb)	276,800 千克 ( 610,200 磅 lb )
最大起飞重量 MTOW	75,976 千克 ( 167,500 磅 lb )	396,890 千克 (874,993 磅 lb)	79,000 千克 (174,000 磅 lb)	590,000 千克 ( 1,300,000 磅 lb )
最大着陆重量 MLW	66,360 千克 ( 144,000 磅 lb )	285,763 千克 (630,000 磅 lb)	67,400 千克 (149,000 磅 lb)	386,000 千克 ( 850,984 磅 lb)
最大载油量	26,020 升 ( 46,063 磅 lb )	216,840 升 ( 383,870 磅 lb )	23,859 升 ( 42,237 磅 lb )	310,000 升 ( 548,791 磅 lb )
最大航程	5,370 千米 ( 2,900 海里 )	13,450 千米 ( 7,262 海里 )	6900 千米 ( 3,726 海里 )	15,700 千米 ( 8,500 海里 )
最大巡航高度	12,400 米 ( 40,682 英尺 )	10,668 米 (35,000 英尺)	12,000 米 ( 39,000 英尺 )	13,115 米 ( 43,000 英尺 )
起飞场长	2,027 米 ( 6,650 英尺 )	3,018 米 ( 9,902 英尺 )	2,090 米 ( 6,857 英尺 )	2,900 米 ( 9,500 英尺 )
着陆场长	1327 米			2050 米
巡航速度	0.785 马赫 ( 961.7 千米/小时 )	0.85 马赫 ( 1041.3 千米/小时 )	0.676 马赫 ( 828 千米/小时 )	0.85 马赫 ( 1041.3 千米/小时 )

每架飞机都有一个最大起飞重量（MTOW，Maximum Take-Off Weight），超过这个重量的话，飞机将无法起飞。而飞机的重量负荷主要由三个部分组成：

1) 飞机空重(EW，Empty weight)，飞机无任何载荷的重量，包含全部的设备设施，但是不包含燃油和旅客及行李货物重量；有些文档还提到了飞行操作空重（OEW，Operation Empty Weight），这个是在空重的基础上加上了机组成员和必要的服务物品设施（例如食品，饮料和机组成员的随身物品等）的重量；在模拟飞行里，空重一般就是机模固定了，不需要调整；

2) 燃油负荷(FW, Fuel Weight), 就是航行所需的燃油重量。油箱有一个容积限制, 因此燃油是有最大载油量的上限; 每次航行并非都会加到满油, 而是会根据航行距离和备降机场的情况进行计算确认。在模拟飞行时, 这个计算可以简单按航行时间来估计就好了。

3) 客货负荷(PW, Payload Weight)。对于大型客机而言, 这个就是指全体乘客和行李货物的总重量。

4) 最大无燃油净重 (MZFW, maximum zero-fuel weight)。EW + PW = ZFW (无燃油净重), ZFW 的最大值就是所谓最大无燃油净重 (MZFW)。

一个安全的航行计划, 必须保证以下不等式成立:  $MTOW \geq EW + FW + PW$ 。

在 X-Plane 10 中查看每个机模的重量和油量要选择主菜单中的 Aircraft—>Weight and Fuel (图 1.13) :



图 1.13

下图是 x737-800 v5 机模的重量和油量信息。这个窗口从上到下分成了 5 栏 (图 1.14) :

Parameter	Value	Unit
center of gravity	0.0	(inches from default)
empty weight	83000	(lb)
payload weight	22468	(lb)
fuel TOTAL	25346	(lb)
fuel LEFT	8597	(lb)
fuel RIGHT	8597	(lb)
fuel TANK	8597	(lb)
fuel TANK	8150	(lb)
fuel TANK	8597	(lb)
total weight	130814	(lb)
maximum allowable weight	174000	(lb)

图 1.14

1、第一栏是重心点选择；不同机模的中心要求可能不一样，请模拟飞行员参考各机模的手册。对于 x737-800 v5 机模来说，没有特殊要求，维持默认值就好了。

2、第二栏就是空重（Empty Weight，EW）和客货负荷重量（Payload Weight，PW）输入栏。每个机模的空重是固定的，无法修改（没有游标在上面），客货负荷重量则可以通过移动游标来调整。两者相加就是无燃油净重（ZFW），本例 x737-800 机模为 105,468 磅。

3、第三栏是油量数据（Fuel Weight）。虽然这里有游标，但是 x737-800 v5 机模不允许在这里调整油量，必须使用机模自带的加油窗口来操作。如下图 1.15 所示，Fuel (Total) by Captain 就是实际加油量，这里例子是 25,357 磅，和上图所显示的总油量（Fuel Total）是一致的。而最大载油量（Max）45,864 磅也很接近实际飞机参数了。上图还显示了每个油箱的油量，这个也与 x737-800 v5 机模 MFD 中的油箱油量一致。波音和空客都提供了工具来计算不同距离的航程所需的油量，x737-800 v5 机模也有一个计算油量的计算表给到模拟飞行员参考，这些不是本手册的重点，因此不再深入讨论。这里重点就是要注意油量和整机重量。

x737 fuel request

x737project

Fuel Request Form

Carrier: Ryanair	Aircraft Type: 737-800	
Tailnumber: EI-DCL	Airport: XXXX	
Captain: Sean Little	F/O: Jayden Lees	
Fuel (total) by Carrier: 22050 lb (max. 45864 lb)		Fuel type: JET A-1
Fuel (total) by Captain: 25357 lb (max. 45864 lb)		
Date: DD/MM/YYYY		

Manual refuel

Realtime auto

Quick refuel

Cancel

图 1.15

4、第四栏没东西。

5、第五栏显示了两个最大重量：总重量（Total Weight）和最大允许重量（Maximum Allowable Weight）。总重量就是第二栏和第三栏中的无燃油净重、客货负荷总量以及油量重量的总和，最大允许重量基本与实际飞机的最大起飞重量参数一致。一定要保证总重量（Total Weight）小于或等于最大允许重量（Maximum Allowable Weight），如果超过的话，总重量条就会由绿色变成红色，此时就要调整客货负荷重量或者油量来减小总重量。

以下图 1.16 是 X-Plane 系统自带的免费 B747-400 United 机模的重量和油量数据，不同于 x737-800 机模的是，这个免费机模的油量就直接在这个窗口调整就好了，只不过注意保持左右油箱数值要平衡，否则会导致飞机中心发生偏移，导致飞行控制复杂化。

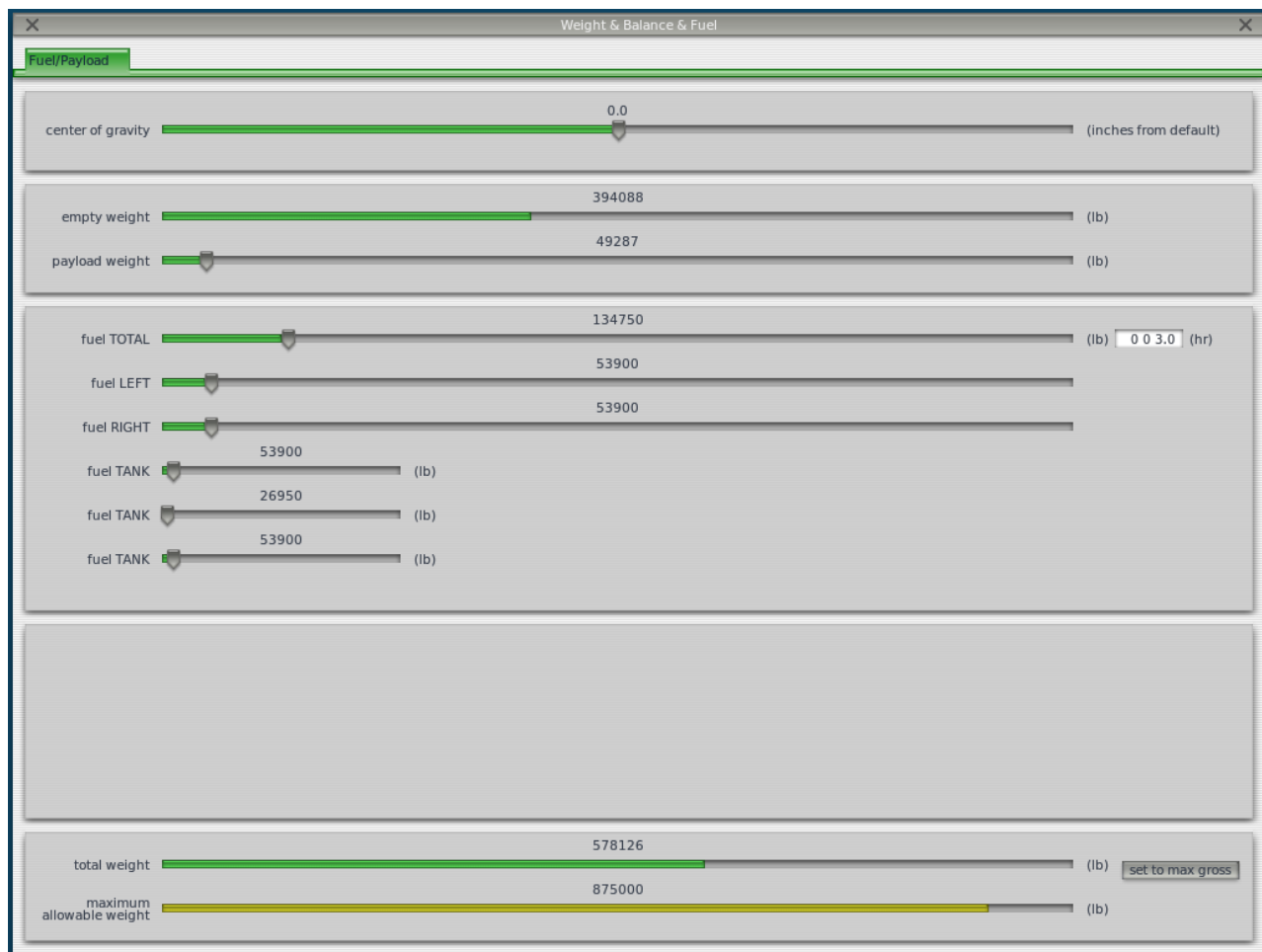


图 1.16

总结一下上述油量参数：

X737-800 v5	ZFW = 105,468 lbs , FW = 25,357 lbs Total = 130,825lbs
B747-400	ZFW = 443,375 lbs, FW = 134,750 lbs Total = 578,126 lbs



## 第三章 X-FMC 设置

本章将开始介绍 X-FMC 的具体设置方法，为了更好地帮助模拟飞行员理解 X-FMC 的操作使用，本章将按照飞行计划和飞行管理的三个主要工作模块来介绍：飞行计划输入（包括公司航路、SID/STAR 程序选择）；起飞和降落参数输入和选择；基于 X-FMC 的自动驾驶。特别提示，本章输入的一些参数数据来源于第二章介绍的内容，所以必要的话请各位模拟飞行员翻回上一章确认相应参数数据。

### 1、飞行计划输入

#### 1.1、公司航路文件

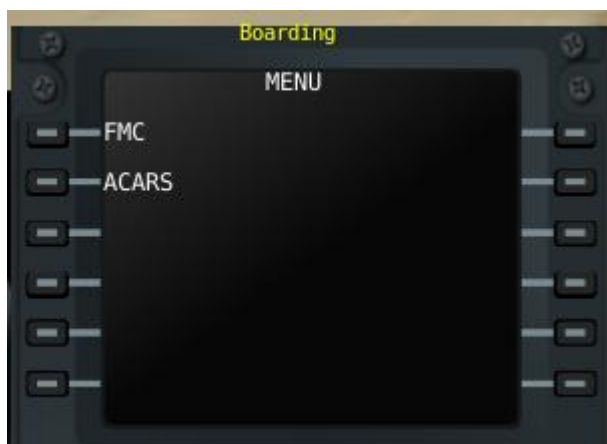
一个飞行计划最主要的内容就是所谓飞行航线，这个航线就是所谓的“公司航路”（Corporation Route），公司航路是商业航空对于飞行航线的称呼。本手册实例的公司航路是 ZJHK 海口美兰机场至 ZJSY 三亚凤凰机场的航路，公司航路计划如下：

ZJHK SID NYB G221 GIVIL G221 WL STAR ZJSY

在 X-FMC 中，公司航路可以手工输入，也可以直接将航路信息保存到公司航路文件中，为了操作简便，我们将直接使用公司航路文件。

X-FMC 的公司航路文件名格式为（起飞机场 ICAO 编码）（降落机场 ICAO 编码）.fpl，本手册的例子就是 ZJHKZJSY.fpl。大多数的 FMC 基本都是按照这个格式定义公司航路文件名的，只不过后缀名不一样。这是一个纯文本文件，只需要将上述航路字符串复制保存到这个文件中就可以了，然后将这个公司航路文件放置到[X-Plane 10]\Resources\plugins\XFMC\FlightPlans 目录下即可。

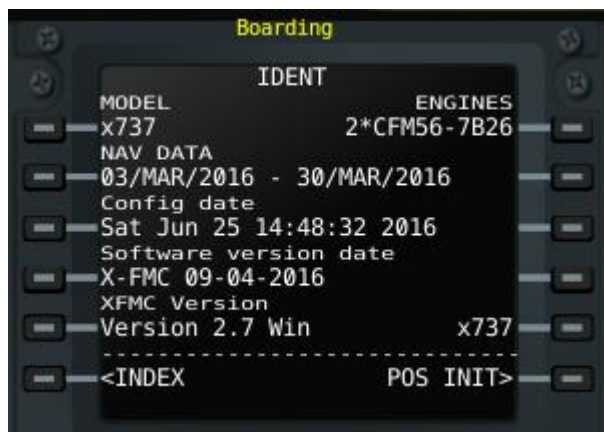
#### 1.2、公司航路输入



进入 X-Plane 后，X-FMC 默认也会启动，如果没有看到 X-FMC，可以按 F9 或者选择菜单 Plugins —> X-FMC 中，选择 Toggle 就可以了。左图是 X-FMC 默认初始界面。

按 LLSK1，选择 FMC 菜单即可进入下一页 (IDENT)。





IDENT 页面就是当前选择飞行的参数：

Model ，飞机型号；

Engines ，飞机引擎规格

NAV Data ，导航数据版本（我们选择的是 1603 版，March 2016）；

Config Date ，当前日期时间；

Software Version date ，X-FMC 的版本日期；

X-FMC Version ，X-FMC 的版本号（2.7 win）；

x737 是机模信息，点击 RLSK5 可以进去查看；这一页不需要输入啥，直接点击 RLSK6，进入下一页 POS INIT

在任何页面，按 LLSK6 Index 按键就可以直接回到 X-FMC 主菜单页面，这个后面再介绍



Position 页面是输入起飞机场的信息：

REF Airport，起飞机场

通过键盘输入起飞机场 ICAO 号 ZJHK，X-FMC 支持电脑键盘直接输入，也可以用鼠标在 X-FMC 的键盘区输入，然后按 LLSK2；

Gate，登机口，不需要输入；

GPS POS，当前飞机经纬位置；

UTS，当前时间；

这三个保持系统默认就好了

点击 RLSK6，进入下一页 Route 页面



请忽略 UTS 的差异，这是因为截图不是同一天做的造成的^\_^



RTE 页面 (Route) 就是的公司航路输入页面：Origin，起飞机场，FMC 会根据上一页输入的信息自动填上；

Destination，目标机场，同行通过键盘输入目标机场的 ICAO 编码，本例为 ZJSY，点击 RLSK1 即可；

Height(MSL)，机场海平面高度，左侧的是起飞机场的海平面高度，右侧的是目的机场的海平面高度，不需要输入，FMC 会自动填上；

No COMM 和 DataLink 可以不管；

Co-Route，公司航路，通过键盘输入上一节的公司航路文件名，本例就是 ZJHKZJSY，点击 RLSK3 就可以了；

此时，功能键区的 EXEC 键上部的灯就会自动点亮，需要点击 EXEC 键，激活这里输入的公司航路；

X-FMC 就会到上一节介绍过的[X-Plane 10]\Resources\plugins\XFMC\FlightPlans 目录下查找该公司航路文件，并将其内容加载到 X-FMC 的航路列表中



点击键盘区的 EXEC 之后，X-FMC 显示屏就会进入 RTE 第 2 页，可以看到屏幕顶端预留有 21 页显示屏第二行显示“VIA TO”，即表示飞行航线经由左边的航线（VIA 下面的一列），到达右边的导航点航点；

本例就是起飞后，直接飞往（Direct）NYB 导航点；然后沿着 G221 航线飞往 GIVIL 导航点，再沿着 G221 航线飞往 WL 导航点；最后就应该抵达目的地了；

在公司航路显示中，起飞机场 ZJHK 和目的机场 ZJSY 都没有体现；标准离场程序 SID 和标准进场程序 STAR 也不体现

本例采用了公司航路文件比较快捷，其实也可以手工输入，模拟飞行员在键盘上输入航线编号，然后点击 LLSK 对应的按键即可输入到左边的航线位置；

输入导航点编码，然后点击 RLSK 对应的按键，就可以将导航点输入到右侧的导航点位置；  
 如果不知道航线，其实左右两边也都可以是导航点的编码，航线编号和导航点编码最长都是 5 位；  
 一页不够，还可以点击 RLSK6 (Next) 进入下一页继续填写  
 本例不再手工输入任何信息，点击功能键区的 LEGS 功能键



此时进入 ACT Route Legs (实际航路边) 页面，这里显示的是所谓“边” (Legs)，就是飞机实际飞行的航线；公司航路其实是一个简单直观的描述，飞机实际飞行是按所谓“边”飞行的，“边”即真实航线。除了起飞机场以外，一个航班的航线全部都在“边”里，包括标准离场程序 SID 和标准进场进近程序 STAR 都要以“边”的形式体现出来。

每个边包含了以下信息，逐一说明如下：  
 285°，飞向下一导航点（例如 NYB）的磁航向；  
 17NM，当前位置到下一导航点（例如 NYB）的距离（单位海里）；  
 --MN，以当前航速预计抵达下一导航点（例如 NYB）的时间（单位分钟）；  
 NYB，即下一导航点；  
 250/8700，飞抵下一导航点（例如 NYB）后的巡航空速（节）以及巡航高度（英尺），这里是 250 节，高度 8700 英尺；

“边”信息不是手工输入的，完成了公司航路、SID 和 STAR 的输入之后，X-FMC 自动生成一个完整的“边”飞行计划，飞机实际飞行将基于这个“边”的数据实现水平导航 LNAV 和垂直导航 VNAV

## 1.3、SID 和 STAR 选择

SID 标准离场程序

STAR 标准进场程序

STAR 进近程序

ZJHK RWY 09 的 WL-01D；

ZJSY RWY 08 的 GIVIL-01A；

进近转向点选择的是 SYX，进近仪表规程选择的是 ILS。此部分已在第二章讨论，这里只介绍如何在 X-FMC 中输入



本小节是接着上一节公司航路输入继续。

点击功能键“DEP ARR”，即进入 DEP/ARR Index 页面；

页面中间显示的就是起飞机场 ZJHK 和目的机场 ZJSY 的 ICAO 编码；

左边第一行 DEPT 即是离场程序选择菜单；

右边第一行和第二行 ARR 即是进场程序选择菜单；

因为我们公司航路已经确定了从 ZJHK 起飞因此就不会让模拟飞行员选择 ZJSY 的离场程序；

但是允许模拟飞行员在起飞后，再次返回到起飞机场降落，因此 X-FMC 允许进场程序在两个机场都可以选择；

这里我们点击 LLSK1，进入下一页开始，首先开始选择 ZJHK 的离场程序；



进入 ZJHK Departures 离场程序选择页面

左边的 SIDS 离场程序暂时没有显示，右边 RUNAWYS 显示 09 和 27 两个跑道编号；

本例选择 09 跑道起飞，因此点击 RLSK1，选择 09 跑道；

此时第二行的 27 跑道就消失了，09 前显示<SEL>字样，表示已经选择了 09 跑道；

同时功能键区的 EXEC 按键灯又亮起，移动鼠标点击 EXEC 按键，激活起飞跑道；



此时在右边的 RUNAWYS 继续只显示 09，前面标注变成了<ACT>

左边的 SIDS 就列出了 ZJHK 跑道 09 全部的离场程序；离场程序由离场程序编码和对应导航点格式组成；

X-FMC 每页显示 5 条 SID 供选择，本例选择的 WL01D 不在当前显示页面内；

点击功能键区的 Next Page 和 Prev Page 可以进行翻页；点击 Next Page 进入下一页。





本页内容与上一页基本一样，在左边的 SIDS 列出了更多的 ZJHK RWY 09 标准离场程序供选择；

本例要选择的 WL01D/WL 在第二行，点击 LLSK2 即可选择；

同样，SIDS 显示变更为只剩下选择的 WL01D/WL，并标注<SEL>；

同时功能键区的 EXEC 按键灯又亮起了；

点击 EXEC 按键，按键灯熄灭，同时 SIDS 显示变更为 WL01D/WL，标注<ACT>；

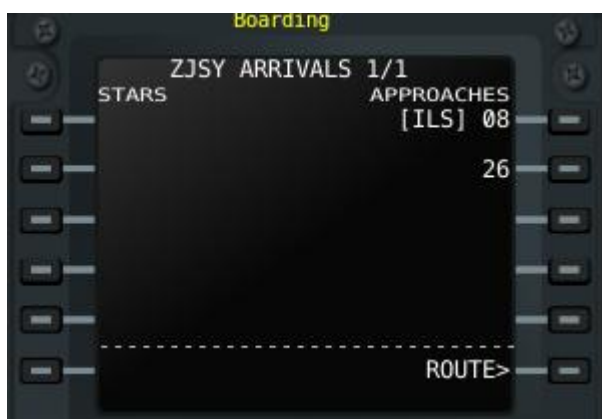
此时，标准离场程序 SID 选择完成；

重新点击功能键 DEP ARR，开始选择 STAR 标准进场程序和进近程序。





再次回到了 DEP/ARR Index 页面，这次要选择目的机场 ZJSY 的标准进场进近程序，因此点击 RLSK2，进入 ZJSY 进场程序选择页面。



本页面为 ZJSY Arrivals 进场程序选择页面

左侧的 STARS 进场程序暂时没有显示；

右侧的 Approaches 则显示 ZJSY 的 08 和 26 两条跑道编号，08 跑道还标注了 [ILS]，说明 08 跑道支持 ILS 进近；

点击 RLSK1，选择 [ILS]08 跑道。



此时 26 跑道就消失了，08 跑道前的标注变更为 <SEL>，功能区的 EXEC 按键灯又亮了起来，点击 EXEC 按键，激活降落跑道 RWY 08 选择；



EXEC 按键灯熄灭，Approaches 显示变更为 <ACT>08；

STARS 进场程序就列出来了，本例选择的 GIVIL-01A 不在当前页面中，同样每页显示 5 条 STAR 进场程序；

点击功能区按键 Next Page 进入下一页。





GIVIL-01A 就在这一页第三行，显示为 GIV01A/GIVIL 的格式；

点击 LLSK3，选择这个进场程序；

此时 EXEC 按钮灯再次亮起，STARS 进场程序也显示为 GIV01A/GIVIL<SEL>，说明选择了这个进场程序；

点击 EXEC 按钮，按钮灯熄灭；STARS 进场程序也显示为 GIV01A/GIVIL<ACT>，表示选择的进场程序已激活；

然后就进入下一页，开始选择进近程序。





此时进入 Arrivals 页面，选择进近程序。

STARS 显示为 GIV01A/GIVIL/<ACT>；而

Approaches 显示为<ACT>08；

然后左侧列出了一系列 TRANS，即从进场程序转进近程序的转换点；右侧的 NAVTYPE 暂时没有显示；

本例选择的进近转折点为 SYX，不在当前页中，点击功能键区的 Next Page 翻页。



本页的第 4 行就显示了 SYX 导航点，因此点击

LLSK4，选择改导航点作为进场程序转进近程序的转折点；



此时 TRANS 显示为 SYX<SEL>，表示选择了这个转折点；

同时 NAVTYPE 显示两行 ILS 和 NDB/DME，表示有两种进近方式可以选择，本例选择 ILS，因此点击 RLSK2。



此时 NAVTYPE 显示变为<SEL>ILS，同时功能区 EXEC 按键灯也亮起来了，点击 EXEC 按键，激活所做的选择。

X-FMC 就会跳转到 Legs 页面



在 ACT Route Legs 页面可以看到 X-FMC 已经将 SID 和 STAR 对应的导航点信息全部加到了“边”里，总共有 2 页的边信息。

点击功能键区的 Next Page 和 Prev Page 就可以翻页查看；

在边信息第 2 页，可以看到 ZJSY 目标机场也在里面，而第一页里则没有起飞机场 ZJHK，因为飞机当前就在 ZJHK 机场，下一个导航点就是 D208F，航向 53°，距离 13NM（海里），航速 250 节，高度 6200 英尺。

请模拟飞行员注意，这里的具体数值参数每一次做飞行计划时都不会完全一样，重要的是了解这些信息的意义，这样就能更好地利用 X-FMC 管理和控制飞行及导航。

点击 RLSK6，选择 RTE Data，进入 Route Data 页面（航路数据）。

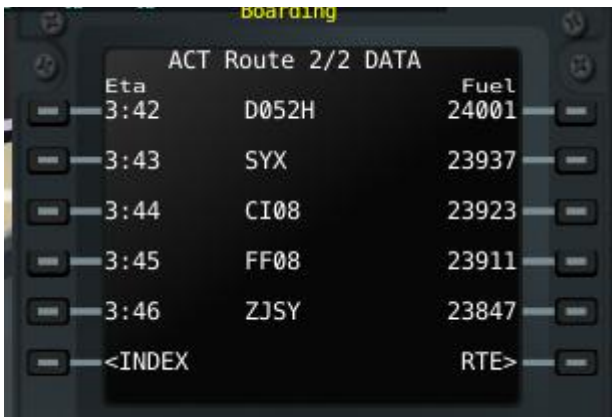




在 Route Data 页面标题显示为 ACT Route Data，这个页面的内容显示的是航路每一个 Leg“边”的估计飞行时间（ETA）和到达每个边末端的导航点所剩余的油量（Fuel，单位磅 lb）。

例如第一行的 ETA 为 3:13，末端导航点为 D208F，Fuel 为 25236，意思是从 ZJHK 起飞后，需要大约 3 分 13 秒到达 D208F 导航点位置，剩余油量 25236 磅。

Data 页的页数与 Legs 一样，本例有两页。



在 Route Data 页面，点击 RLSK6（RTE），就会回到 Route Legs 页面



点击 X-FMC 功能键区右侧的 Map 按钮（就是 EXEC 按键上方的小黑点），就会显示 X-FMC 地图，地图上会标出 Legs 航线上所有的导航点和航线。

当然，由于显示比例的问题，这里显示的内容不一定非常清晰。

同时在飞机的导航屏幕（NFD）上也会显示出飞行计划的 Legs 航线，此处以 x737-800 v5 机模为例。

左图给出了 x737-800 v5 机模上 NFD 两个不同比例的飞行计划图。

此时 x737-800 v5 飞机的 FMC 就已经获得了完整的飞行航线计划，飞机的 FMC 就会根据这个航线计划自动控制飞机水平导航和垂直导航，飞向目的地。





## 1.5、X-FMC 主菜单页面 Init/Ref



之前说过，在任何一页中，左下角有一个 Index 时，随时点击 Index 对应的 LLSK6 即可进入 INIT/Ref 页面，也可以随时点击功能键区的 INIT REF 键切换到这个页面。这个页面是 X-FMC 真正的功能主菜单页：

IDENT 页面就是飞机信息页，上一节已经做过详细介绍，这里点击 LLSK1 就进入 IDENT 页面；

Position 页面就是开始输入起飞和降落机场，并进一步开始输入公司航路，选择 SID 和 STAR 等；上一节也已经详细介绍了，点击 LLSK2 进入 Position 页面；

Performance 是性能参数，主要是油量参数设定；Thrust LIM 是起飞发动机推力参数设定；Take Off 是起飞速度参数设定；Approach 是进近参数设定；这 4 个部分参数设定将在下一节详细介绍。

NAVData 为导航数据设定；LNAV MGT 为水平导航管理；AutoMFUNCT 为 FMC 自动飞行管理功能开关；这 3 个部分会在后续章节做介绍。

## 2、起飞降落巡航参数输入

### 2.1、起飞参数输入

完成了航路输入，在飞机的导航屏 NFD 上可以看到航路规划了，就完成了 X-FMC 飞行计划输入的主要工作，此时就可以将飞机推出停机位，滑行到跑道上，然后起飞，激活飞机自动驾驶，FMC 就会按照确定的航路边 Legs 的航向、航线、飞行速度以及飞行高度自动控制飞机按照这个计划飞向目的机场。

不过，正如在前两章介绍过的，飞行计划不仅仅只是公司航路计划，还包括飞机燃油管理等。每架飞机在起飞前都还要确认起飞重量、燃油计划、降落重量以及天气风向等内容，从而保证飞机能够安全地完成起飞、爬升到巡航的全过程，最终将旅客和货物安全送达目的地。





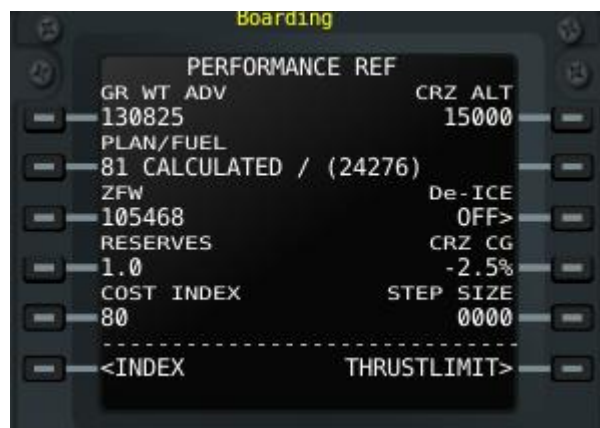
点击 Index 或者功能键 INIT REF，在 INIT REF 页面点击 LLSK3，就可以进入 Performance REF 页面



Performance REF 页面主要是确定飞行重量和油量。根据第二章重量与油量一节介绍，x737-800 v5 机模的设定的重量与油量参数如下：  
ZFW = 105,468 lbs，FW = 25,357 lbs Total = 130,825lbs

对应 Performance REF 页面可以看到：

GR WT ADV，Groud Weight，即起飞总重量，此时为空，直接点击 LLSK1，X-FMC 会自动计算出来如左边的第二幅图，130825 单位磅 lbs，与我们之前设定的数值一致；



Plan/Fuel，就是总油量；24111 是 X-FMC 的初始估值；输入 Reserves 和 Cost Index 后 X-FMC 会重新计算，得到一个总油量为 24276，略小于实际加油量 25357 lbs。

ZFW，无燃油净重，105468，与我们之前的设定一致；

Reserves，备用燃油（单位千磅）；当 FMC 预计到达目的地时的燃油少于备用燃油时，会自动告警，一般输入 1；键盘输入 1，点击 LLSK4；

Cost Index，成本指数；FMC 的经济性(ECON)计算就是根据这个输入的数值。标准值是 80。这个数值的范围是从 1 到 999。较高的数值增加了所计算的经济(ECON)速度的巡航速度和燃油消耗。波音飞机一般输入 80，点击 LLSK5；

CRZ ALT，巡航高度；这个数值的有效输入格式如下例：

□ 10000 英尺=10000,100,或者 FL100

□ 29000 英尺=29000,290,或者 FL290

键盘输入巡航高度数值，点击 RLSK1

CRZ CG 是巡航时飞机重心位置，FMC 会根据这个自动配平飞机姿态；

De-ICE 和官方手册没有说明，暂时可以不管；

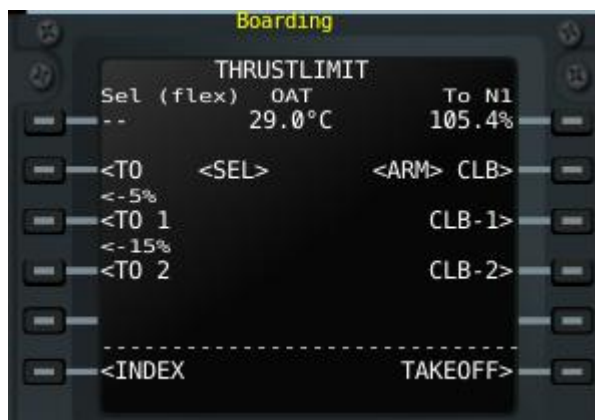
STEP SIZE，步进爬升；显示用于 VNAV STEP TO 性能计算的步进爬升值。ICAO 是标准值,表示在 FL290 以下步进爬升为 2000 英尺,FL290 之上为 4000 英尺。有效的输入范围为 0 到 9000,以 1000 英尺为增量。直接点击 RLSK5 就会设置为 ICAO。

点击 RLSK6，进入 Thrust Limit 页面。

推力限制（Thrust Limit）页面只有一个需要输入的，就是左侧第一条 Sel(Flex)，这里要输入起飞机场气温；

X-FMC 提供了一个外部环境温度(OAT)参考，一般就直接把这个数值填入就好了。

通过键盘输入气温数值，如 29，点击 LLSK1 即可；



所谓推力限制是指在飞机发动机所能产生的最大推力往往比起飞时所需要的推力大很多，因此起飞的时候一般要求飞行员能够有效地控制和减小发动机推力，保证安全起飞。（例如 x737-800 机型的发动机最大推理达到了 26,300 磅）

选择推力限制有两种方法：

1、输入外部环境温度，让 FMC 计算一个想对于 N1 的推力百分比；例如本例，环境温度为 29 度时，X-FMC 建议的起飞推力为  $N1 = 105.4\%$ 。

2、直接在左侧的 TO，TO 1 和 TO 2 中选择一个。TO 是指 fixed takeoff derate 值（即固定起飞减免值，对于 x737-800 机型，大约是 24,000 磅）；TO 1 在 TO 基础上再减少 5%，TO 2 则在 TO 基础上减少 15%；通过点击 LLSK2~4 在这三个中间选择

右侧的 CLB，CLB-1，CLB-2 则是爬升 Climb 动力限制选择；飞机离地的瞬间，起飞动力（Takeoff Thrust）就会转变为爬升动力（Climb Thrust），同样为了避免动力过大造成失速等问题，

也要求进行动力限制；CLB 类似与 TO 是一个 FMC 推荐值，CLB-1 在 CLB 基础上减少 10%；RLSK2~4 在这三个中间选择

一般建议直接输入 FMC 给出的 OAT 到 LLSK1 位置上即可；TO 和 CLB 则保持默认值就好了。本例截图选择只是为了告诉模拟飞行员们，这几个值是通过点击对应的 LSK 键进行选择的。

接下去，点击 RLSK6，进入 Takeoff 页面

起飞页面（Take Off Ref）是确认最终起飞参数：

Flaps，选择起飞襟翼度数，这是这一页唯一需要输入的数值。不同机型选择不一样，本例以 x737-800 为例，选择了 5；在键盘上输入 5，点击 LLSK1 即可；



输入襟翼值后，FMC 会自动计算出推荐的 3 个起飞速度：V1, Vr, V2；本例中，V1 推荐值（REF V1）131 节；Vr 推荐值（REF Vr）133 节；V2 推荐值（REF V2）142 节；分别点击 RLSK1~3，确认这三个起飞速度值。

V1 叫做起飞决断速度，飞机起飞时滑跑增速到 V1 之前，如果机长感到发生任何异常，比如发动机停车或者转速不够，应终止起飞，因为在 V1 速度之前对飞机减速的话，还是可以把飞机上在现有跑道上停下来的。

Vr 为抬前轮速度。在这个速度之前，飞机还是保留在地面滑行状态，到了 Vr 以后机长就会拉操纵杆，这时机头才会抬起了，保持 10-15 度上仰姿态角升空。

V2 为安全起飞速度，飞机离地以后、适当调整姿态角需要尽快加速至 V2，并继续加速至标准爬升速度。

其它参数不需要操作，简要说明如下：

CG，重心位置，FMC 会根据这个值在起飞阶段自动配平飞机；



E/O ACCEL MT，飞机在这个高度开始加速到爬升速度；E/O 表示 Engine Out；

THR Reduction，飞机在这个高度开始自动油门控制会将动力从起飞动力减小到爬升动力；

Wind/Speed，起飞机场地面风向和风速；

RWY COND，跑道状况，本例为 DRY 干燥。

此时，X-FMC 会在显示屏右下角显示 Preflight Complete，并且会有语音提示。



接下来是垂直导航 VNAV 的参数设定；进入这个页面直接在功能区点击 VNAV 按键即可。

垂直导航部分分为 3 页，第一页是 ACT CLB 爬升参数。

CRZ ALT 为巡航高度，Cruise altitude；这个在 Performance 页面输入的，这里不能修改。

Econ Speed：经济巡航空速，这个是每个机型的配置文件设定，这里也不能修改

Max Angle：最大爬升攻角角度，18 度；

SPD Trans：Speed Transition；在这个速度和高度上，将飞机空速显示从起始的节为单位调为马赫 Mach 为单位。

Trans Alt：Transition altitude。飞机爬升到这个高度将高度仪显示从起飞机场本地气压高度调整为标准气压高度。



SPD Rest：Speed Restriction，to limit speed until a given altitude。这个是可以输入的，本例给出了一个 280/15000，仅供参考；

TOC：Top of Climb，到达爬升顶端（巡航高度）的水平飞行里程，单位海里。本例为 32 海里，即从机场起飞后，按照正常方式自动驾驶飞行，爬升到巡航高度（本例为 15000 英尺）时，飞机飞过的水平距离为 32 海里（飞过的所有边的水平距离合计，不是距离起飞机场的距离）





点击功能区 Next Page 按键，进入 Cruise 巡航页面。这个页面没什么要输入的。

Eta/Fuel: ETA 是预计到达时间 (Estimated Time of Arrival) 以及到达后的估计油耗。

Step TO 暂时不确定输入什么。

ECON Speed : X-FMC 计算的经济航速，即飞机在这个航速下巡航飞行最省油；

N1 % : 发动机 N1 数值，设定巡航状态下的 N1 推动力；



点击功能区 Next Page 按键，进入 DES (descent) 降落页面。

这一页也不需要输入任何东西，大部分参数信息用于进场进近使用，模拟飞行员记下来就好。进场时翻到这一页检查一下。

左边一列的大部分信息与第一页爬升的基本相同。右边一列部分新信息说明如下：

TOD : Top of Descent ; 从起飞到达进场起点的水平距离，单位海里；即飞机飞到这个点的时候就要开始下降了。

DH : Decision Height ; 决策高度。无法正常降落时的最低复飞决策高度。

Trans Alt : Transition altitude。在这个高度值上将巡航使用的标准气压高度改回机场当地修正海平面气压高度

QNH 是目标机场的修正海平面气压，单位是 HPa ；

No Pause，可以点击 RLSK5，变为 Pause TOD ( PAUSE simulation on Top of Descent )，在 TOD 位置暂停模拟飞行；

Not Act，起飞阶段没法选。到了 TOD 位置，可以点击 RLSK6，变为 DESCENT NOW。

## 2.2、进场降落参数输入



点击 Index 或者功能键 INIT REF，在 INIT REF 页面点击 LLSK6，就可以进入 Approach 进近页面。

其实在上一节最后的 VNAV 参数中，也有一页跟进场降落相关，请模拟飞行员留意这一点。



Approach Ref 就一页，信息比较简单：gross weight，当前飞机的总重量；

VectorPlots：X-FMC 会自动计算一个降落跑到的磁方向，最终进近时与地面 ILS 进行校准；

最下面的 11093FT 3381M 是降落跑道长度的英制和米制长度，11093 英尺就是大约 3381 米。

右边的 Flap/Speed 其实是在上面给出的三个选项中选择的一个。三个选项是根据当前飞机重量，X-FMC 计算出来的不同襟翼角度对应的进近速度。



点击 RLSK1~3，进行选择，选择的结果会自动填到 Flap/Speed 中。本例点击了 RLSK4，选择 40 度襟翼进近，此时进近空速建议控制为 134 节。

这一页可以等到飞到所谓 TOD 及准备进场的时候再进行选择，因为重量肯定和起飞前不一样了。



在功能区点击按键 NAV RAD，即可进入 NAV Radio 导航无线电设定界面。

一般大型客机机模的航电都在其自己的航电面板上设定，不需要在 X-FMC 里设定。但是 X-FMC 支持导航无线电设定。

NAV Radio 在整个飞行过程中都可以调整，本例只是拿 ILS 进近降落做例子。

VOR L 和 VOR R 为两个 VOR/ILS 导航台的工作频率；下面一列左右两个 CRS 就是对应到这两个 VOR/ILS 导航台的设定磁航向；通过键盘输入相应的值，然后点击 LLSK1/2 或者 RLSK1/2 就可以把修改对应的参数；

如果在飞机上选择导航指导设备是 FMC，则在飞机将会在 X-FMC 指导下，自动调整飞行姿态，按照设定的航向和航线飞行；



ADF1 和 ADF2 是 NBD 导航接收仪，用于 NBD 导航。通过键盘输入相应的值，然后点击 LLSK3 或者 RLSK3 就可以把修改对应的参数；

最后的 ILS Mls 就是在公司航路中选择的目标机场 ZJSY RWY 08 的 ILS 频率和磁方向。如果点击 LLSK4，就会把这个数值填入到 VOR L 和 VOR R 以及对应的 crs 值中去。



## 2.3、巡航及其它参数

公司航路和起飞降落参数输入完成后，基本就完成了主要的飞行计划输入工作，这一节就把主菜单和功能键区尚未介绍的页面进行一个汇总介绍。



主菜单 Init Ref 页面左边一列已经全部介绍过了。

IDENT 和 Position 在公司航路中介绍的；  
Performance、Thrust Lim、Take off、Approach 在起飞降落中介绍了；

NAVData 是保存已经输入的公司航路，不做特别介绍，模拟飞行员可以自己点击试试；

LNAV MGT：水平导航管理，点击 RLSK2，进入 LNAV MGT 界面

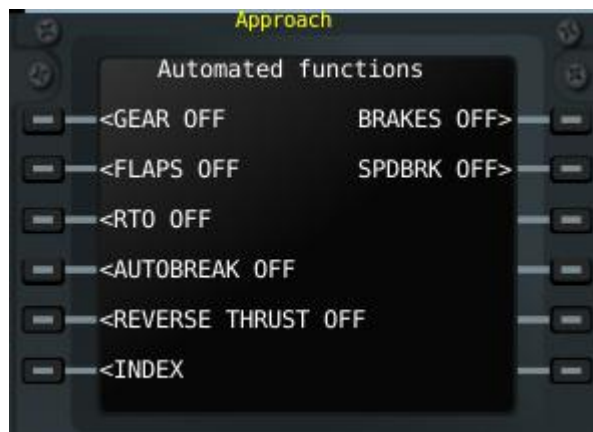
AUTOMFUNCT：X-FMC 自动控制功能，点击 RLSK3，进入 AUTOMFUNCT 界面。



LNAV Management 页面最简单了，只有一个 Lateral offset 水平偏移量设定，范围 0.0~5.0。

默认值为 0.0，键盘输入 4.5，点击 LLSK3 即可。

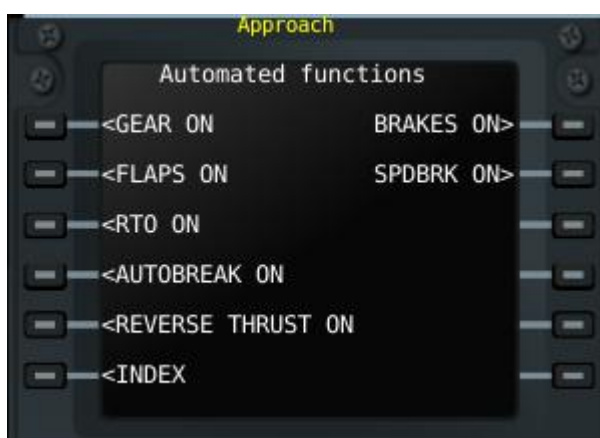




在 Init Ref 页面中点击 RLSK3，进入 AUTOMFUNCT 界面。  
Automated functions 自动功能，估计是由 X-FMC 自动管理所有这些飞机部件；

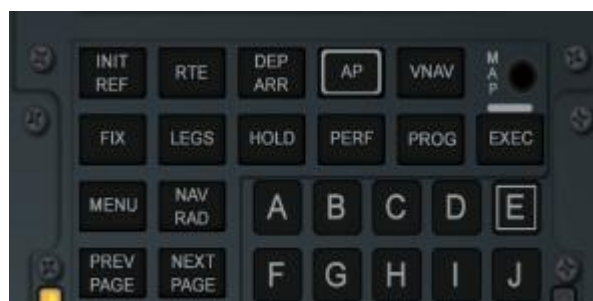
Gear 起落架；Flaps 襟翼；RTO，AutoBreak 都是自动刹车的部分；Reverse Thrust 是引擎反推；Brakes 和 SPDBRK 也是刹车的东东。

分别点击 LLSK1~5 和 RLSK1~2 就会把这些参数调整为 ON。



作者调整过了，但是对于 x737-800 这类机模似乎没有什么影响。

X-FMC 官方手册没有对这一页进行说明。



接下来就是功能键区了。

Init Ref，就是进入主菜单；

RTE，进入公司航路输入界面；

DEPARR，进入 SID 和 STAR 程序选择界面；

AP，是自动驾驶，后续章节会介绍；

VNAV，在起飞参数输入介绍了；

Map，键是 X-FMC 飞行地图；

FIX，目前没有实现；

Legs，即公司航路实际飞行轨迹“边”；

Hold，等待航线，后续介绍；

PERF，等同于主菜单的 Performance，进入起飞性能参数页面；

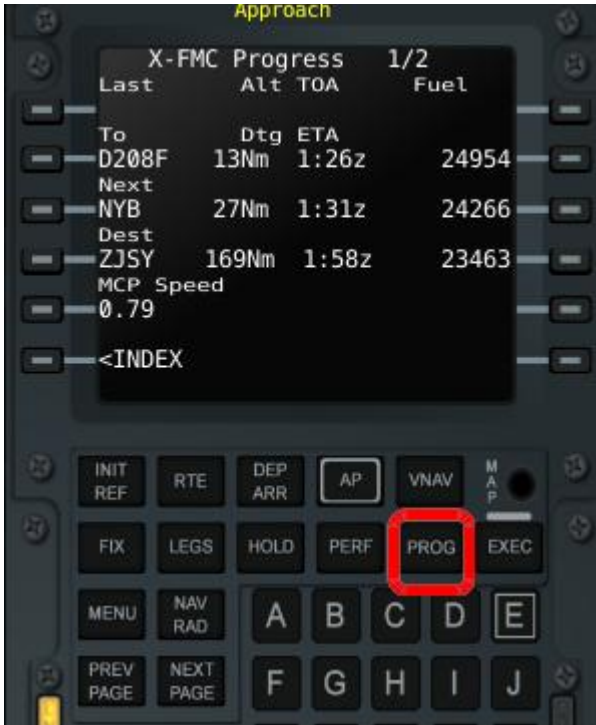
Prog，X-FMC Flight Progress

Exec，激活键；

Menu，X-FMC 菜单键，最开始已经介绍了；

NAV RAD，导航无线电设置，在降落参数时已经介绍；

Prev Page 和 Next Page 翻页键。



在功能键区，点击 Prog 键，就是左图看到的 Flight Progress 页面。显示了飞行巡航的一些参数信息，不能修改输入。

第一页内容说明如下：

To 下面一列给出了主要的导航点和机场编码，Dtg 为飞到这个导航点的距离（单位海里）；ETA 预计达到时间；Fuel，到达该导航点的预计剩余油量；Mcp Speed，飞行速度马赫值；

第二页内容说明如下：

第一行是当前风信息，中间的 Wind 为风向和风速（单位节），本例 210°/5 意思是风向磁方向 210 度，风速 5 节；左边的 H/Wind 是顶风分量（即机头方向受到的风量），右边的 X/Wind 是侧风风量（即机身侧面受到的风量）；

XTK Error，Heading correction，顶风修正；

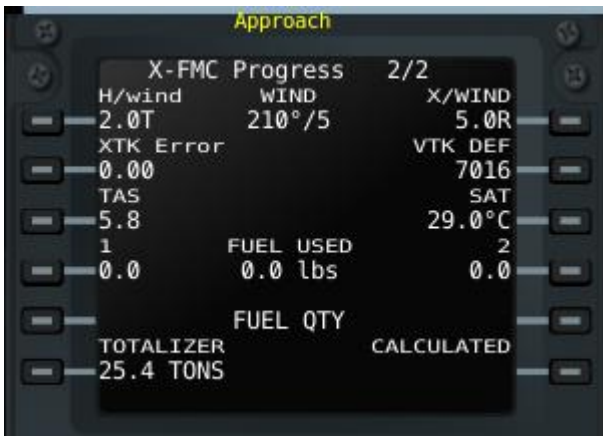
VTK DEF，Vertical offset，当前的高度垂直修正偏移量；

TAS，True AirSpeed，真实空速；真实空速是包含了风速在内的空速（单位节）；本手册介绍 X-FMC 设置，全程都在地面不动，因此这里显示 5.8 节其实就是风速；

SAT，Static Air Temperature，外部静态空气温度；

Fuel used，已使用掉的油量。这里显示 0，因为本手册的用例就没有起飞；

Fuel Qty，当前油量。25.4 Tons，与我们设定的 25357 基本一致；





在功能键区点击 Hold，进入等待航线页面。  
这里其实显示的就是 Legs 边的内容，在最下面有 Hold AT 两个选项，选择在 ZJHK 起飞机场等待航线还是 PPOS 等待航线。

点击 RLSK6，进入 PPOS 等待航线。

## 3、X-FMC 自动驾驶飞行

### 3.1、X-FMC 自动驾驶介绍

严格来说，飞机上的自动驾驶管理是 FMGS（飞行管理及导航系统）的子系统，而不是 FMC/FMGC 的功能（参考第一章图 1.01）。所以在自带完整 FMC 的收费机模如 JarDesign A320 和 IEXG 737-300 的 FMC 上是没有自动驾驶功能的，x737 机模配套的收费 UFMC 也没有所谓的自动驾驶功能。

但是作为一个功能插件，X-FMC 增加了自动驾驶功能，在其 MCDU 功能键区增加了 AP 自动驾驶功能键和 3 个自动驾驶控制键（LNAV，VNAV，ATHR）。利用 X-FMC 的自动驾驶功能可以实现很多免费机模的自动驾驶管理，包括 LNAV 水平导航、VNAV 垂直导航和自动油门管理 ATHR。

飞机起飞后，直接点击 X-FMC 功能键区的 AP 自动驾驶功能键，X-FMC 就会接管飞机机模的自动驾驶功能，根据模拟飞行员在 X-FMC 中输入的公司航路、起飞巡航进近降落参数控制飞机飞行线路、飞行姿态，爬升下降和飞行方向，从起飞机场飞向目的机场。

特别提醒模拟驾驶员，一旦通过 X-FMC 功能键启动飞机机模的自动驾驶，那么飞机机模自己的自动驾驶就会被 X-FMC 接管，不要试图撇开 X-FMC 又回到机模的自动驾驶系统里进行任何参数调整，这样做往往会导致自动驾驶控制混乱，飞行没法正常进行下去。

### 3.2、X-FMC 与 Cessna 172SP

X-Plane 10 默认的 Cessna 172SP 内置的 FMC 是 Garmin 430 FMS，X-Plane 10 中的 X430 暂时不支持 LNAV，而 VNAV 也需要手工设置。X-FMC 与 Garmin 430 的工作模式完全不同，因此 X-FMC 对于 Cessna 172SP 来说更像是一个单纯的 MCDU 输入设备，而且只需要输入公司航路和 SID/STAR，X-FMC 会把 Legs 里面的实际航线写入到 Cessna 172SP 的 FMS 航路中去，其它起飞进近降落参数基本没用。



图 3.01

以下是 X-FMC 和 Cessna 172SP FMS 中的航线信息对比(图 3.02)，Cessna 172SP FMS 中的航线全部都是从 X-FMC 手工输入选择后，由 X-FMC 自动输入到 FMS 中去的。可以看到在 Cessna 172SP 的 FMS 航路信息中只有航向和距离，而 X-FMC 中还包括了航速和高度。



Boarding

ACT Route 1/3 LEGS

89°  
ZJHK

0NM

--MN

160/2200

50°  
D208F

12NM

--MN

160/0

263°  
NYB

27NM

--MN

160/0

200°  
GIVIL

48NM

--MN

160/0

207°  
MUKES

35NM

--MN

160/0

<INDEX

RTE DATA>

COM 1

121.600

122.800

VLOC 1

109.50

111.00

ENR

VLOC

MSG

FPL

ACTIVE FLIGHT PLAN

00 /ZJSY

WAYPOINT	DTK	DIS
ZJHK	070°	1.0
D208F	051°	12.3
NYB	265°	27.8
GIVIL	201°	49.0

Boarding

ACT Route 2/3 LEGS

209°  
WL

16NM

--MN

160/7880A

230°  
D052H

9NM

--MN

190/4930A

230°  
SYX

7NM

--MN

190/2960A

174°  
CI08

2NM

--MN

160/2960A

82°  
FF08

5NM

--MN

160/2300

<INDEX

RTE DATA>

COM 1

121.600

122.800

VLOC 1

109.50

111.00

ENR

VLOC

MSG

FPL

ACTIVE FLIGHT PLAN

00 /ZJSY

WAYPOINT	DTK	DIS
MUKES	208°	35.2
WL	210°	16.6
D052H	232°	9.0
SYX	231°	7.9

Boarding

ACT Route 3/3 LEGS

82°  
ZJSY

7NM

--MN

0.00/100

<INDEX

RTE DATA>

COM 1

121.600

122.800

VLOC 1

109.50

111.00

ENR

VLOC

MSG

FPL

ACTIVE FLIGHT PLAN

00 /ZJSY

WAYPOINT	DTK	DIS
SYX	231°	7.9
18.2722 1096177		2.3
FF08	083°	5.8
ZJSY	083°	7.8



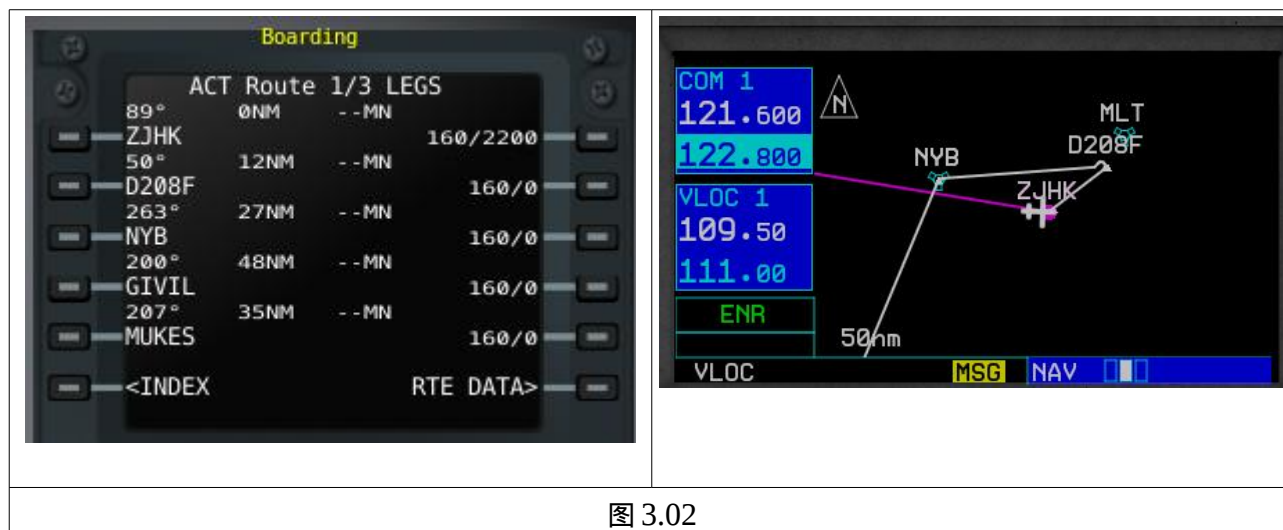


图 3.02

所以，模拟飞行员在使用 Cessna 172SP 飞行时，只需要用 X-FMC 进行公司航线的输入和 SID/STAR 的选择，从而可以快速地生成一个完整的航路表。实际飞行时的自动驾驶管理，仍然必须使用 Cessna 172SP 自带的自动驾驶仪来操作，实现飞行高度、飞行速度以及飞行航向的自动驾驶管理，千万不要用 X-FMC 的自动驾驶来操控。飞行过程中如果不小心按了 F9 激活了 X-FMC，那么 Garmin 430 中的数据就会乱套，造成之前输入的飞行计划失效。关于 Cessna 172SP 的自动驾驶管理，请参考作者发布的 X-Plane 入门系列第一册《Cessna 172SP 入门飞行手册》。

### 3.3、X-FMC 与 EADT x737-800

EADT 开发的 x737-800 机模内置了一套插件 FMC 系统，但是没有合适的 MCDU，而 X-FMC 的 MCDU 就是基于波音的 MCDU 风格设计的，因此 x737-800 支持使用 X-FMC 作为一个免费的 MCDU 插件实现飞行参数的输入。x737-800 还支持另外一款收费插件 UFMC，如果安装了 UFMC 的 x737-800 版本，那么从 MCDU 到 FMC 控制都由 UFMC 实现了，X-FMC 就不能用了。

本手册前面两个章节的 X-FMC 输入也都是基于 x737-800 机模整理的，因此如果使用 X-FMC 飞 x737-800 时，直接参考前面的章节输入公司航路，选择 SID/STAR，输入或选择合适的起飞进近降落参数，将 x737-800 滑行到跑道上，按照 x737-800 的起飞、巡航、进近降落程序操作就好了，X-FMC 插件会将模拟飞行员输入的主要飞行参数传递给 x737-800 机模的内嵌飞行计算机，由 x737-800 机模自带的 FMC 和自动驾驶系统完成航线飞行。

X-FMC 与 x737-800 v5 版本有两种合作模式：

第一种模式，X-FMC 的自动驾驶**不激活**，所以 X-FMC 与 x737-800 的关系非常简单，X-FMC 插件就是 x737-800 机模 FMC 的 MCDU 飞行计划输入插件。全部的自动驾驶控制都由 x737-800 v5 机模自行完成，此时 X-FMC 主要是将飞行航路 Legs 信息（包括所有导航点，航向和飞行高度数据）发送给

x737-800 v5 机模的内置 FMC，从而使得 x737-800 可以基于这些数据实现 LNAV 和 VNAV 自动驾驶导航（PFD 会显示 LNAV 和 VNAV PATH）。但是 X-FMC 不控制飞行航速，PFD 会显示 MCP SPD，飞行过程中的航速必须有模拟飞行员自行手工调整 MCP 上的航速仪数值（参考图 3.03）。



图 3.03

第二种模式就是激活 X-FMC 自动驾驶功能，则 X-FMC 除了飞行航线 Legs 以外，还会接管飞行航速的控制，此时 PFD 会显示 FMC SPD，MCP 的航速仪就不会有任何显示。同时 VNAV 也会变为手动控制，PFD 会显示 VNAV SPD，X-FMC 会控制爬升速度，但是高度必须模拟飞行员手工在高度仪输入。这种模式要求在起飞后先激活 X-FMC 的“AP”自动驾驶，再点击 X737-800 MCP 上的“CMD”激活机模的自动驾驶(参考图 3.04)。



图 3.04

由于篇幅有限，本手册不再深入介绍如何利用 X-FMC 实现 x737-800 v5 机模的航班航线飞行，这部分将在后续的 x737-800 机模手册中详细介绍。

### 3.4、X-FMC 与 X-Plane 默认 747-400 United

X-FMC 完全支持 X-Plane 的 747-400 United 机模，而且自动驾驶必须通过 X-FMC 的自动驾驶功能键来激活，即类似与 x737-800 机模的模式二，如果仅仅把 X-FMC 当作 MCDU 输入端，而直接用 747-400 自带的自动驾驶，那么飞机还是无法正确读取 X-FMC 输入的公司航路和其它参数。因此必须通过 X-FMC 来激活自动驾驶。

X-FMC 支持 747-400 United 机模的 LNAV 和 VNAV，但是 VNAV 类似与前面 x737-800 机模的模式二，X-FMC 只控制爬升或下降速度，但是不控制飞行高度，因此高度变化还是要模拟飞行员根据

X-FMC Legs 中的计划高度手工在 MCP 上调整 ALT 高度仪上的数值，然后激活 FLCH，让 747-400 自动驾驶控制飞行姿态调整爬升或下降。LNAV 方面倒是在 X-FMC 上激活自动驾驶后，X-FMC 可以自动调整 747-400 的飞行航向，并自动改变 MCP 上的读数。自动油门部分似乎不完全可以由 X-FMC 控制，X-FMC 会根据飞行计划改变 MCP 上的 AS 空速表，但是还是需要模拟飞行员手工按一下 747-400 MCP 上的 THR 自动油门键才能由自动驾驶调整油门并改变空速。

### 3.5、X-FMC 自动驾驶小结

X-FMC 的自动驾驶功能对于不同的机模所能起到的功能效果也不相同。由于作者本人的经验所限以及测试飞行次数有限，因此本手册只提供了三个比较常见而且免费的机模的简要飞行管理经验供模拟飞行员参考，而且实际飞行效果还需要每个模拟飞行员通过自己的飞行实践进行总结，可能会发现更多 X-FMC 的实践技巧和经验总结。如果本手册提供的 X-FMC 控制飞机机模的说明与各位模拟飞行员的飞行实践不同，请模拟飞行员原谅作者在这方面实践不足，对于可能存在的错误欢迎各位模拟飞行员提出来，作者将会在后续版本进行修订。

# 附录，词汇对照表

(按英文单词字母顺序)

A

B

C

D

E

F

G

Ground Speed , GS      地速, 相对与地面物体的

速度

H

I

ISA ,International Standard Atmosphere	国际标准大气压	Indicated Air Speed , IAS	指示空速，飞机在飞行 中速度表上指示的气流 速度
--	---------	------------------------------	--------------------------------

J

K

L

LR ( Landing Run )	着陆跑距 ( SL, ISA+15° , MLW)	LNAV , Lateral Navigation	水平导航
--------------------	------------------------------	------------------------------	------

M

MTOW ( Maximum Take- Off Weight )	最大起飞重量	MLW ( Maximum Landing Weight )	最大着陆重量
MZFW , maximum zero- fuel weight	无燃油净重	Mach	马赫.即一倍音速。真空 速和音速的比值

N

O

OAT (Outside Air Temperature)	外界空气温度
-------------------------------	--------

P

Q

R

S

SID	标准仪表离场程序	STAR	标准仪表进场程序
-----	----------	------	----------

SAT (Static Air Temperature)	静压空气温度
------------------------------	--------

T

TOR ( Take-Off Run )	起飞跑距（海平面 SL, 国际标准大气 ISA+15° , MTOW )	True Air Speed , TAS	真实空速，是表示飞行器飞行时相对于周围空气运动的速度
----------------------	--------------------------------------	----------------------	----------------------------

TAT (Total Temperature)	全温
-------------------------	----



U

V

VNAV , Vertical Navigation          垂直导航

W

X

Y

Z