



不上天的飞行

邱长德 魏上立

战士出版社

军事科技知识普及丛书

飞上天的飞行

邱长德 魏上立

战士出版社

一九七九·北京

封面设计：魏上立

插图：魏上立 李海环

军事科技知识普及丛书

不上天的飞行

邱长德 魏上立

战士出版社出版

*

新华书店北京发行所发行

一二〇一工厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 2 印张 29,000 字
1979 年 8 月 第 1 版 1983 年 3 月北京第 2 次印刷

书号：15185·45 定价：0.20 元

目 录

一、什么是飞行模拟器	3
飞行模拟器的由来	3
一比一的飞机座舱模型	7
长短不齐的机械腿	8
制造风景的车间	10
飞行模拟的神经中枢	11
二、人造的飞行环境	14
飞行中的感觉	15
座舱的运动	19
仪表的指示	25
音响的模拟	28
外景的显示	30
假设的故障	39
三、进入模拟训练时代	43
空战是怎么模拟的	44

训练的主要工具	46
最经济的训练手段	50
较短的训练周期	51
无可比拟的安全	53
飞机设计师的得力助手	54
发展趋向	56

在起飞线上，一条宽阔的跑道从脚下笔直地伸向前方。发动机发出均匀的隆隆声，只见飞行员松开刹车，柔和地加大油门，跑道便迎面扑来，两旁的景物向后飞驰而去。刹那间，速度表指示每小时200公里以上，时间一秒秒地过去，而速度的增加却变得缓慢了。发动机在愤怒地吼叫，前面的跑道已经不长了。按照往常的情形，应该是离地的时机，飞行员习惯地向后拉驾驶杆，但是没有反应，仍觉得机轮在地面滚动和摩擦着。说时迟，那时快，面前就是跑道的尽头，眼看就要冲出跑道，飞行员紧张了，正要……

“停！”教员在这千钧一发之际喊了一声，同时按下电键。顿时，一切都“冻结”了，“飞机”刚巧停在跑道尽头的地方。

原来是飞行员只注意保持起飞方向，而没有把油门杆推到规定位置。这件事如果出现在实际飞行中，必将产生十分严重的后果。幸好，这是不上天的飞行，是在室内的飞行模拟器上进行训练，所以

安然无恙。

读到这里，你可能会问：飞行模拟器究竟是什么样子？它怎么能够在房子里飞行呢？它有多大用处，能够代替飞机进行训练吗？这本小册子将就这些问题作简要介绍。

一、什么是飞行模拟器

飞行模拟器，就是能够在地面逼真地模拟空中飞行的一整套现代化设备的总称。

运用飞行模拟器进行训练，既经济，又安全，而且不受天气、机场等条件限制。近几年来，世界上技术先进的国家都很重视研制飞行模拟器。特别是采用电子计算机以后，模拟技术发展很快，并得到越来越广泛的应用。就航空方面来说，从飞机的设计到制造，从地面训练到空中飞行，从飞机的使用到向新的高度发展，几乎步步都离不开“模拟”。可是你知道“模拟”是怎么回事吗？

飞行模拟器的由来

就词义来讲，模拟就是“模仿”、“以假代真”的意思。这是人类研究客观事物的一种方法。因为直接地研究客观事物本身，有时很困难，甚至不可能，所以，人们就用与这些事物相似的模型，来进行研

究。例如，用打靶来练习对敌人的射击；用沙盘模型来研究制订作战计划；让猴子上天，遨游太空，借以了解宇宙飞行对人体的影响，等等。这种以模型代表实物，以动物代替人的方法，叫做物理模拟。还有一种方法，就是先列出描述某种事物的数学方程式，然后设计一个与这个数学方程式相同的数学模型来研究，叫做数学模拟。在许多科学研究中，这两种方法经常是同时并用的。

飞行是一件比较复杂而困难的事情。驾驶现代飞机特别是军用飞机，要求飞行员必须训练有素，具有高超的飞行技术。人民空军的一对对战鹰，在广阔无垠的白云蓝天之间纵横驰骋，展翅翱翔，一会儿象离弦的利箭，直插云霄；一会儿似下山的猛虎，俯冲下来；或急转盘旋，或斤斗滚翻，多么矫健轻盈，威武雄壮。看了这些精彩、惊险、千姿百态的飞行动作，你准会赞叹不已：飞行员要练就这身过硬本领可真不容易啊！

目前，世界各国培养一个战斗机飞行员，一般需要飞行 240 小时，训练期限一年半左右。仅计算一下飞机器材、油料的消耗，机场设施的保养，各种勤务保障的开支，训练费用也是极为昂贵的。另

一方面，训练的组织与实施也是相当复杂的，弄得不好，还可能发生事故。因此，怎样训练飞行员，如何提高训练质量，保证飞行安全，始终是人们十分关心的问题。

早在本世纪初，人类第一架飞机诞生以后，人们就开始考虑怎样在地面进行经济而安全的飞行训练。最初，有人用气球吊着飞机进行训练，后来英国、法国相继研制出一些地面训练器，但只能练习几个简单的飞行动作。一直到一九二九年，美国人林克制造了一台比较实用的训练器。它的外形好象个大的儿童玩具，木头机身又短又粗，座舱底下有几个风箱，但可以用来练习仪表飞行。这就是后来

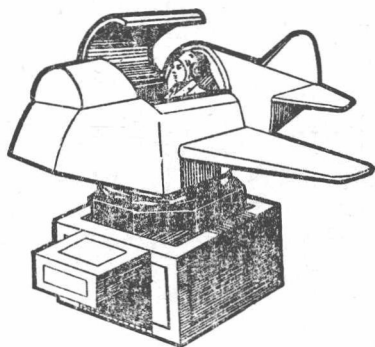


图1 林克机

很有名的“林克机”(图1),在第二次世界大战中训练了不少飞行员,起了重要的作用。从此以后,训练器不断改进,直到四十年代末,加上了计算机,才产生了很大的变化,发展为飞行模拟器。

随着飞行模拟器日益发展和完善,地面模拟训练的优越性逐渐被人们所认识。尤其是用模拟方法训练飞行员,所需费用比用真飞机训练降低得很多,这就更有吸引力。所以,从七十年代以来,以飞行模拟器部分地代替真实飞机训练,在技术先进的国家中开始大量采用。而在民用航空特别是航线客机方面,飞行模拟器的使用已经极为普遍了。)

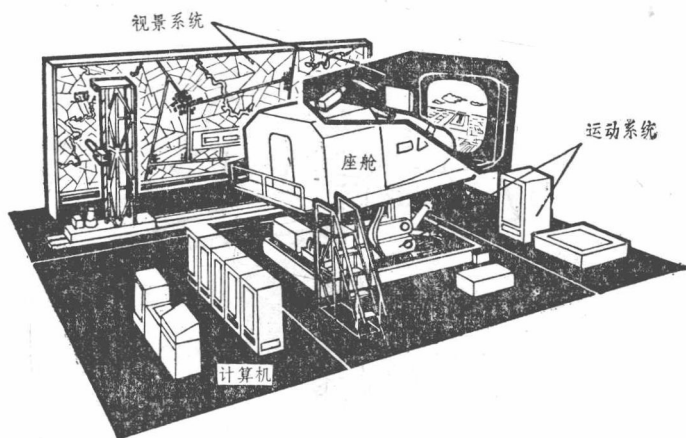


图2 飞行模拟器的组成

飞行模拟器按其不同用途，有各种各样的形式，但一般的是由座舱、运动系统、视景系统和计算机等四个主要部分组成的(图2)。这里，我们介绍一种使用较普遍，具有一定代表性的飞行模拟器。

一比一的飞机座舱模型

你见过飞机的驾驶舱吗？那是一个很小的空间，是飞行员操作的地方，人们习惯地称之为座舱。单座的歼击机，座舱很小，只能容纳一个人；大型的运输机，座舱也不大，仅比普通小轿车的内部稍为宽大一点，进去几个人就活动不开。你坐在飞行员的座椅上，呈现在你面前的全是些仪表：地平仪、方位仪、高度表、空速表……；还有许多电门、开关、把手，各种各样的指示灯、信号灯，上下左右排列得密密麻麻，真叫人眼花缭乱，应接不暇。

飞行模拟器的主体部分看起来象个怪物，有头无尾，既没有发动机，也没有机翼，但有一个设备完善的座舱。当你进入座舱，你会发现它的形状、大小、布局，和真飞机的完全一样(图3)。说句行话，这就叫做一比一的座舱。凡是飞机座舱里有的仪表和操纵设备，模拟器座舱里也都具备。特种设

备应有尽有，操纵把手活动自如。接通电源以后，你所看到、听到、感觉到的一切，简直和真飞机的一模一样，几乎使你忘记了这只是一个模型。

整个座舱安放在一个平台上，平台下面有几条腿支撑着。

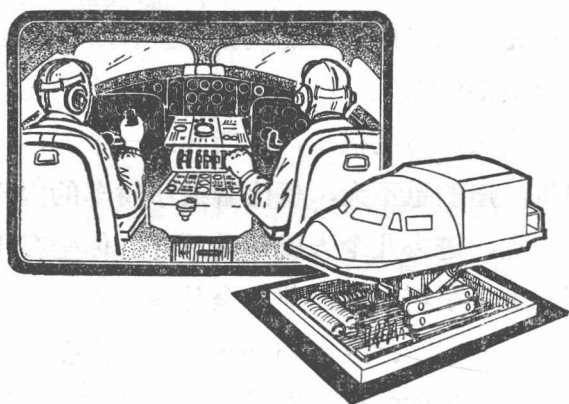


图 3 模拟器座舱

长短不齐的机械腿

这些支撑着座舱和平台的是一组作动筒，粗细各异，长短不齐，好象那怪物的几条腿。你知道这几条腿是干什么的吗？除了支持座舱以外，它们还有特殊的妙用。

我们常见到自卸载重汽车卸货，司机扳动开关，液压油泵嗡嗡响，只见车箱底下的作动筒逐渐伸长，车箱前部慢慢地被它顶起来了，里面装的煤或沙子一下子全倒在地上了。

同自卸载重汽车的作动筒一样，这些机械腿也是用液压操纵的，可以随意伸长或缩短。更确切地说，根据飞行员的操纵，这条腿伸长一些，那条腿缩短一点，从而使平台上的座舱产生俯仰、倾斜、升降等各种姿态变化。这样，就给座舱里的飞行员以运动的感觉。所以，这几条机械腿，加上液压油泵、导管、蓄压器以及传动部件等附属设备，统一

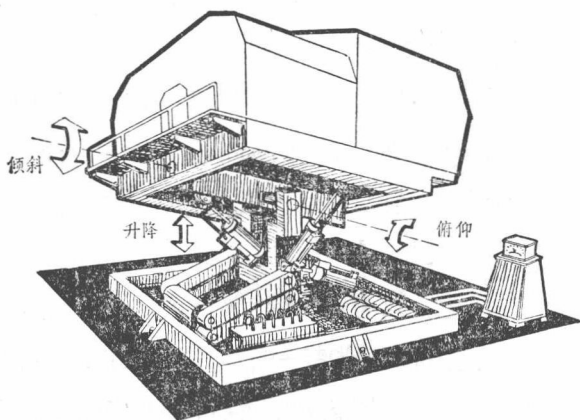


图4 运动系统

起来，叫做运动系统(图4)。这是飞行模拟器的另一个主要组成部分。

现在的飞行模拟器，比起三十年代的“林克机”来，已经具有比较完善的运动系统了，并且增加和发展了视景系统，因而大大地提高了模拟效果。

制造风景的车间

视景系统是在一个高大、宽敞的大厅里，四面没有一扇窗户，可是室内格外明亮，光线均匀柔和，找不出任何阴影，给人以清新雅静的感觉。这儿是为飞行员制造座舱窗外景象的“车间”。

在一大排灯架上，整齐地排列着上千只荧光灯。对面是一个高约5米、宽约12米的大沙盘，叫做地景模型。你抬头望去，只见田连阡陌，一片翠绿；城镇村庄，星罗棋布；江流曲曲，湖水汪汪；公路纵横，铁道闪光；当然还有飞机场。不过都象“小人国”的一样，几十层的高楼大厦，比火柴盒还小，一条3000米的跑道，只有一米半那么长。

大沙盘前面，直立着一个可以移动的金属塔架，上面装有彩色电视摄象机，它可以自由活动，沿着飞行路线把沙盘上的景象连续地拍摄下来，即时传

递到座舱，在飞行员的眼前显示出来(图5)。

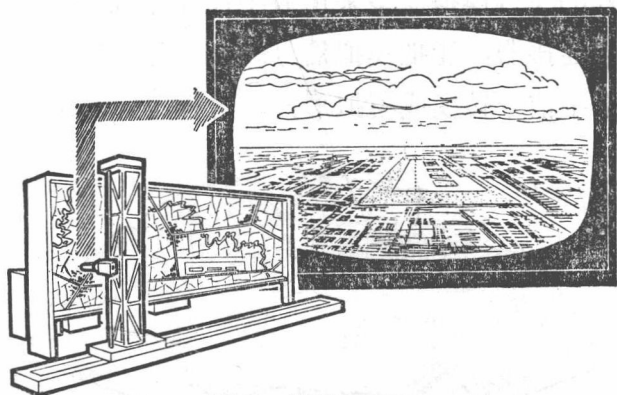


图5 视景显示

这就是目前世界各国使用最广泛的闭路电视和缩尺立体地景模型组成的视景系统，现代飞行模拟器的重要组成部分。它不仅可以模拟白昼，也可以模拟夜间或黄昏的景色。它和主体部分、运动系统都是由电子计算机指挥和控制的。

飞行模拟的神经中枢

在另一个房间里，映入眼帘的只是一排排大柜子。柜子表面有很多开关、旋钮、按键以及五颜六色的指示灯泡；这就是电子计算机，整个飞行模拟器的神经中枢。有了它，座舱、运动系统、视景系

统才能够联系起来，组成一个有机的整体(图6)。现代的飞行模拟器多采用数字式计算机，它有个设备叫连接器，能把模拟信号转换成数字形式，也能把数字信号转换成模拟形式。这样，计算机就象军

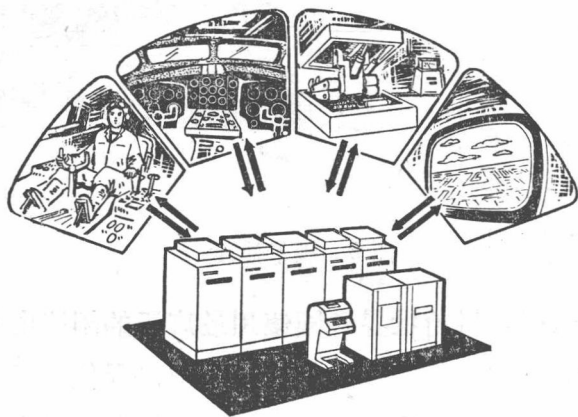


图6 电子计算机

队的司令机关，它根据飞行员的操纵动作，分析判断，发号施令，控制座舱里各个仪表的指示；控制液压作动筒的运动，使座舱产生相应的姿态变化，控制电视摄象机作相应的运动，使屏幕上显示出当时应该出现的景象。

除了上述四个主要组成部分以外，一般飞行模拟器还有一个教员工作台。它通常在座舱后面。在