



“卡登”计算机绘图设计及制造

“CADAM” COMPUTER—GRAPHICS AUGMENTED DESIGN AND MANUFACTURING

牛春匀

计算机辅助设计及制造(Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing, 简称 CAD/CAM) 技术是六十年代开始发展的。它是一种交互绘图系统(Interactive Graphics System)及数据库(Data Base)软件程序。在过去的二十年中, 它的发展可以说是一日千里, 至今已被大家公认为二十世纪新技术革命最为可观的成就之一。

1964年, 美国国际商业机器公司(IBM)在联合计算机展览会上宣布了发展计算机绘图的设想, 引起美国洛克希德公司(Lockheed Corp.)的兴趣。1965年5月, 该公司成立了一个特别小组进行这方面的工作, 称为“卡登”(CADAM, 即 Computer Graphics Augmented Design and Manufacture)。初期, 由于“卡登”需要大量程序作业, 花费很长时间, 再加上投资很大, 软件的应用范围窄且不易更改等原因, 只有航空工业方面的大公司才有发展所需的财力和物力, 以及应用价值。洛克希德公司是最早开始发展CAD/CAM的公司之一, 而且进步最快, 所以“卡登”(CADAM)一词就成为洛克希德公司的专利。1966年3月, “卡登”软件第一次用在 IBM 360 主机及40型号的绘图终端上。1967年初又第一次正式将数字控制程序用在生产工具上。

初期的“卡登”应用在设计方面进展很慢, 主要原因是没有绘图机。这类机器直到1967年底才出现, 以后其发展速度加快。七十年代初期, 洛克希德总公司下属的加州分公司开始大规模地应用“卡登”系统设计“三星”宽体飞机(L-1011)、舰载反潜S-3A飞机, 以及其他近代飞机或产品。现在, 洛克希德所有的分公司几乎都已把“卡登”应用在每一个计划上。

1978年, 洛克希德公司与IBM公司合作, 共同向美国及世界各地销售产品。洛克希德公司负责软件,

而IBM公司提供硬件。1979年, 世界各地共有50台“卡登”装置, 1980年有100台, 1981年有200台, 1982年有445台装置, 1983年有近700台, 1984年有1000多台, 1985年已达1500多台。这样飞速的发展, 促使洛克希德公司更有效地发展“卡登”系统。于是“卡登”系统在1982年脱离洛克希德加州分公司而成为独立的洛克希德分公司之一, 称为“卡登有限公司(CADAM, INC.)”。CAD/CAM 行业中, “卡登有限公司”已是世界上最先进且最具有权威的大规模公司之一。

“卡登”的硬件系统

“卡登”的硬件系统可提供使用者与机器之间以简捷的方法建立设计、绘图、数控等程序。它可以在同一时间内处理多项不同的工作。其中以主机为中心, 以使用者使用的绘图终端为主。其他硬件还包括:

磁带机: 用以控制信息绘图及数控机床制造产品。

磁盘: 用来储存已完成的数据, 以便将来用于其他用途。

数据保护系统(Recovery of work), 当其他硬件发生意外时, 能迅速保存资料。

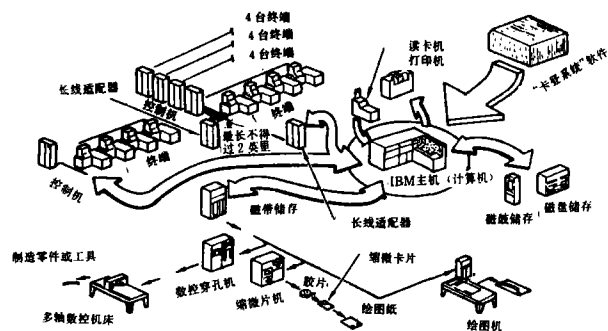


图1 “卡登系统”的整个硬件布局概况

牛春匀 (Michael C. Y. Niu) 航空工程师, 美国洛克希德飞机公司加州分公司飞机结构设计组长, 兼卡登公司训练教师。

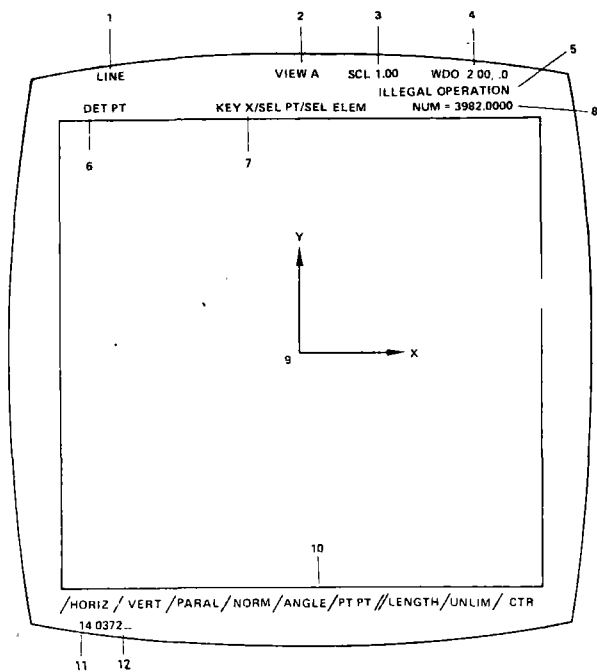


图2 终端屏幕四周的说明布局

- 1.功能 2.视图 3.比例 4.屏幕数据 5.错误指示
- 6.告知 7.信息 8.一“字”计数 9.视图原点坐标符
- 10.菜单 11.暂存数据 12.光标

下面是一些主要机件的简介(见图1):

一、主机 是一个主要的高速计算机,也是硬件的中心。其大小及容量以有多少个绘图终端和它相接而定。它是“卡登”系统软件运行的地方。由于合同规定,目前“卡登”的主机必须采用IBM公司的计算机。

二、绘图终端 (见彩图F) 它主要的任务是将数据及几何信息输入到主机并把信息及数据库的数据显示在终端的屏幕上。事实上,绘图终端就是取代绘图桌、纸、笔及绘图仪器的工具。绘图终端包括四大部分:

1.屏幕: 屏幕有黑白与彩色两种,以16英寸正方形为标准,图面占有12×12英寸的面积,在上面绘图,并即时显示所需的数据(见图2)。

2.键盘: 用来输入数据。

3.功能键盘: 代表很多子程序功能,一共有32个键。关于每一个键的功能见图3。

4.光笔: 是一只笔样指示器,在其尖端有一小孔,内有感应电子光,用来与功能键盘配合使用。有些新式的绘图终端已用窥探器(mouse)来代替光笔。

三、控制机 用来暂时储存终端输入的信息和由主机输出的数据,以便实时显示在屏幕上(见图4)。每一台控制机,按容量不同,可控制1~4台终端。一般的控制机能控制2台终端。控制机的容量不够时,响应时间就会增长。通常标准是在半秒之内。控制机与主机的距离不得超过2000英尺。如果距离为2000英尺到2英里时,必须装设长线适配器。这种适配器通常是成对安装,一个在控制机附近,另一个则在主机旁,它们之间用充氮同轴电缆联接。同轴电缆中的一

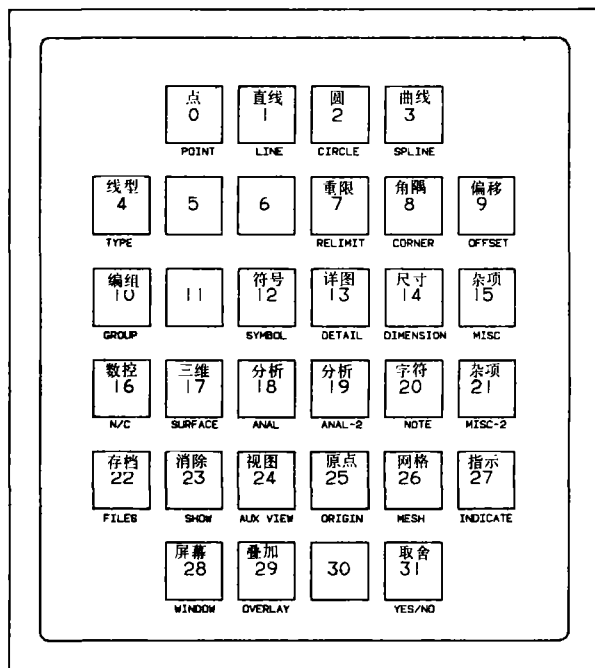


图3 功能键盘上的布局

根用来输送信息,而另一根用来接收信息。每个适配器最多可联接四台控制机。

四、数据资料储存机 包括:

1.磁鼓: 用来储存几个终端的暂时数据,由一种高速磁鼓机器来操作。

2.磁盘: 用来储存大量的数据,可靠性很高,价格便宜,是一种很好的大容量储存器。

3.磁带: 用来长时间储存大量数据,可直接用在数控(NIC)机床、绘图机、穿孔机以及打印机上。

五、绘图机 在初期,只是把白纸放在平台上,由装有墨水的笔沿X轴及Y轴作平面移动,绘出图来。其精确度虽高,但速度太慢。目前,通常采用静电滚筒式绘图机(electrostatic plotter),其优点是绘图速度非常快,缺点是精确度差些。但因已有数据库中的资料可取用,所以影响不大。

除主机系统外,“卡登”系统也可用于其他几种小型系统,但效率及效果较差。例如分布式绘图系统(distributed graphics),它是由终端及小型自备计算机组成的,采用磁盘,其上不但已存有“卡登”系统的软件,并可马上储存数据,但是容量有限。这种机器可使用电话线把数据储存到所指定的主机内,然后再转到其他分布式绘图处理机或主机所联接的终端或绘图机上。其优点是独立性强,价格便宜;不象主机系统那样,当主机有问题时,所有与其相联的终端都得停下来等待修理。其缺点是每一台分布式绘图机磁盘上的数据与其他终端不能马上共用,使用时响应慢。当没有足够的经费购买主机系统时,就可采用这类分布绘图处理机系统。事实上,大型的主机系统若不能很有效地利用,也是一种浪费。因此,由几个小公司或几个小单位联合起来共用一个主机系统,是一种可行的办法。由于大批量生产及竞争,使得主机及软件价格不断下降。不久,“主机系统”将会普遍地应

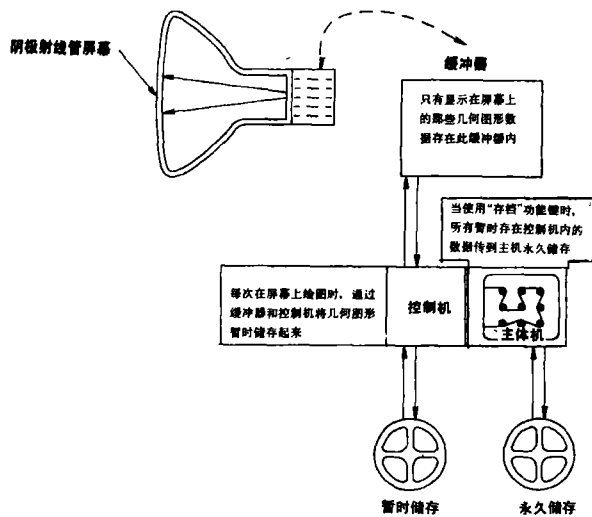


图4 控制机与终端及主机之间的关系

用于工业界。

另外，一种小型个人“卡登”软件及配合硬件所组成的“个人卡登”系统(PCCADAM)将问世，这样一般有能力专业家庭都能买得起。可以预见，这种产品市场是相当大的，相对地竞争也是相当激烈的。

“卡登”软件系统

二十年来，“卡登”一直在不断地改进及增加新产品。例如，最新推出的“卡登”20发行版(Release 20)将取代常用的19.2发行版。20发行版与19.2发行版的最主要区别是增加了制作三维立体图的功能。

使用“卡登”系统进行工程绘图，即从计算机内的数据库中取出满足条件的那部分数据，这部分数据称之为模式(Model)。模式是由许多字(Word)组成的(见图5说明)，其内容的大小由所包含的字的多少决定。最初，模式最多包含5000个字；今天，常用的模式可以用20000个字来表示，甚至可用到30000个字表示。当然容量太大会影响效率。另外，绘制一张完整的工程图，当模式用字不够时，可采用数张部分图叠加的办法解决，但是部分图太多，不便于应用。为了减少用字，对于相同的详图，还可以利用“重用”(Ditto)功能。对于复杂的工程图，每一次用“重用”时，详图只占7个“字”就能达到同样效果。另外一种减少用“字”的方法是利用“卡登”系统中已有的标准符号。

绘制图形是在“卡登”的屏幕上完成的。绘图可利用的真实面积是20000×20000平方单位(如是英寸，那么就是4×10⁸平方英寸)。事实上在这么大面积上，只用到很小的部分来绘图。某些详图必须利用放大的方法来绘制。用户可以根据需要任意放大或缩小图形尺寸，并可选择相应的英制或公制单位作为绘图单位。

“卡登”系统软件中有以下基本模块(basic modulus)。

1.“卡登”基本入门(CADAM Basic)它是一基本

3“字长”	10“字长”
点	椭圆
4“字长”	11“字长”
黑点	符号
5“字长”	14“字长”
圈	视图
截面	
箭头(铆钉符)	视图
用长方形代字组	

6“字长”	其他*	
圆	曲线	5字+5字/点
虚线	字母	3字+
原点		5字+
直线	尺寸	
箭头	水平、垂直或平行线	9字+
三角符	弧度或直径	7字+
三角	角度	12字+
7“字长”	曲线	13字+
重复	偏移	8字+
偏移曲线	Datum	9字+
数控切刀符		

*每一个英文字母占4字长，空白也占4字长

1字节=8比特 1字长=4字节

图5 绘图元素所需的“字长”数

课程，其功能是绘制工程图。所有使用“卡登”系统的用户都必须学习这一课程。

2.数控把“卡登”工程图转换成供数控机床工作的加工数据(见彩图A)。

3.三维绘图：绘制三维工程图，并可将屏幕上显示的图形转动任何角度，以观看其结构或外形，还可将三维图转换成二维的图形及数据(见彩图B)。

4.三维网格：为结构有限元及传热分析用，可应用到500多种不同的应力及传热分析软件上。

5.设计、建造、管理：建筑工程师所用的三维绘图设计。其中备有建筑工程标准符号等。

6.三维管道：利用管道标准符号来设计三维管道图，可使任何复杂的管道设计简化(见彩图C)。

7.印刷电路设计：“卡登”系统PRANCE BASIC软件可设计出双层电路网。而PRANCE MULTLAYER软件在非常小的面积内则可设计出高达20层的电路网(见彩图D)。

8.几何接口：可列出三维绘图中每一个元素的几何数据。在输入了每个元素的有限元结构数据后，可利用“FORTRAN”有限元程序软件做大型有限元结构分析。

9.实体设计：在产品还没有生产前，为了编印宣传手册等，可利用实体设计把制成后的实物绘制成立体及彩色的逼真图形(见彩图E)。

“卡登”系统的应用

“卡登”系统是所有同类系统中最易使用而应用范围最广的一种。初学者以为“卡登”只是利用先进技术来推动产品的发展,然而不久就会发现,利用价值最大的是绘图及利用数据库的资料。经过长期使用后,则知道数据库的利用价值最大(见图7)。

任何一种新产品的推出,必须经过初步设想、初步设计、产品绘图设计、制造成品等几个阶段。为了缩短设计时间,并达到最优的预期效果,就要使用计算机系统。现在,在竞争激烈的各行业中,只有能得到良好效果的系统才能顺利实现理想。例如,最近许多玩具公司使用“卡登”系统成功地开发了一系列新产品,因此在美国及欧洲,许多有一定规模的公司都在应用这类系统。

在初步设想时,可把大量不同的设计储存于数据库里,供设计人员使用、修改或与其他新的设想合并。由于图与图之间可以相互移取,并可随意放大或缩小,省去了重绘、剪贴等麻烦,故节省了人力、物力与时间。尤其是设计一些可活动的元件,如飞机上的起落架,利用三维方法可以清楚地显示其运动情况,而用普通图纸几乎是办不到的。

例如设计一架飞机,首先要决定外形。根据空气动力学的原理,在非常高速飞行时,要达到好的效果,沿纵向截面积大小的均匀分布是很重要的(见图8)。利用“卡登”系统的三维绘图,可以得到多种不同的数据,将此数据送到有关的飞机设计程序中去分析而得到最佳设计。在这一过程中会修改许多次,按最后的数据制成小比例模型,进行风洞试验,来验证设计结果。外形决定后,用“卡登”系统打印出来,可供有关的设计人员参考。甚至可由电话线或人造卫星将数据传送到数千里外的计算机内,使那边的设计及制造工厂可以随时修改使用。这样将来由各方面所生产的各种产品装配在一起时,才不致因误差而装配不上。其次,飞机内部的设备与装置,有许多重用的详图,设计人员可以重复使用,并可任意移动其位置来研究布局状况。飞机内部乘客座位的安排就是一个很好的例子(见图9)。在“卡登”系统上,任何一个复杂的详图,从某一张调到另一张上,前后不会超过一分钟。设计人员可以很快地在屏幕上完成各种设计、修改、重用及合并等。若使用彩色终端,还可用各种不同颜色把各部件或元件区别出来。

另外,“卡登”系统还可设计非常复杂的电路图。在数分钟内就能把一些为适合各种要求的大同小异的电路图绘出来。使用“卡登”的三维管道软件,可以解决化工厂、轮船、飞机以及建筑物上的管道设计。它可给出各种管道的大小、长度、开关、转角等情况,其中最重要的是能解决或弄清楚相互间的干扰情况,从而节省工地施工时间及费用。“卡登”系统能将设计放大1000倍以上,各种详图细节都可准确无误地定位,

这在一般的绘图纸上是绝对办不到的。

还有一种“卡登”系统用来处理那些对精度要求不高的设计,例如纺织业用人工绘好的印花布,成衣公司做衣服的打样线条等。在这类系统中,经过特别设计的扫描机输入图形并将其显示在终端屏幕上,然后逐一修改到完整为止。

“卡登”系统的数据及绘图也可供制造、工装、数控、采购、产品供应等方面的人员使用。如绘制产品说明书、维护手册、结构修理手册中的大量产品详图。

“卡登”系统从初期简单的平面(二维)系统发展到今日高度的立体(三维)系统,仍在不停地改进并开发新的产品。由于它能做到人工所不能做到的事情,并能大量地缩短设计时间、节省费用,使整个生产力提高10倍、20倍、甚至40倍之多。由于任何图形只需要绘制一次就可永久享用,并可任意对其进行修改,故有很大的实用价值。因此,CAD/CAM系统将会愈来愈广泛地应用于各工程行业中。

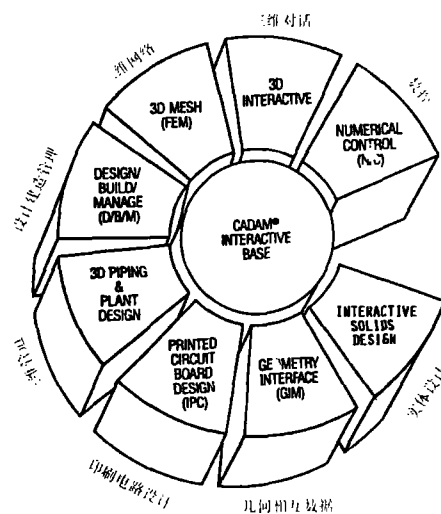


图6 “卡登系统”中的一些主要软件“模块”

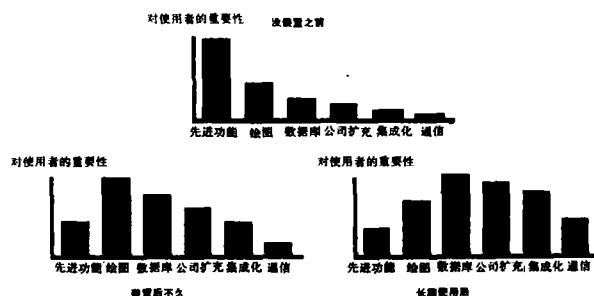


图7 “卡登系统”在使用后的受益情形

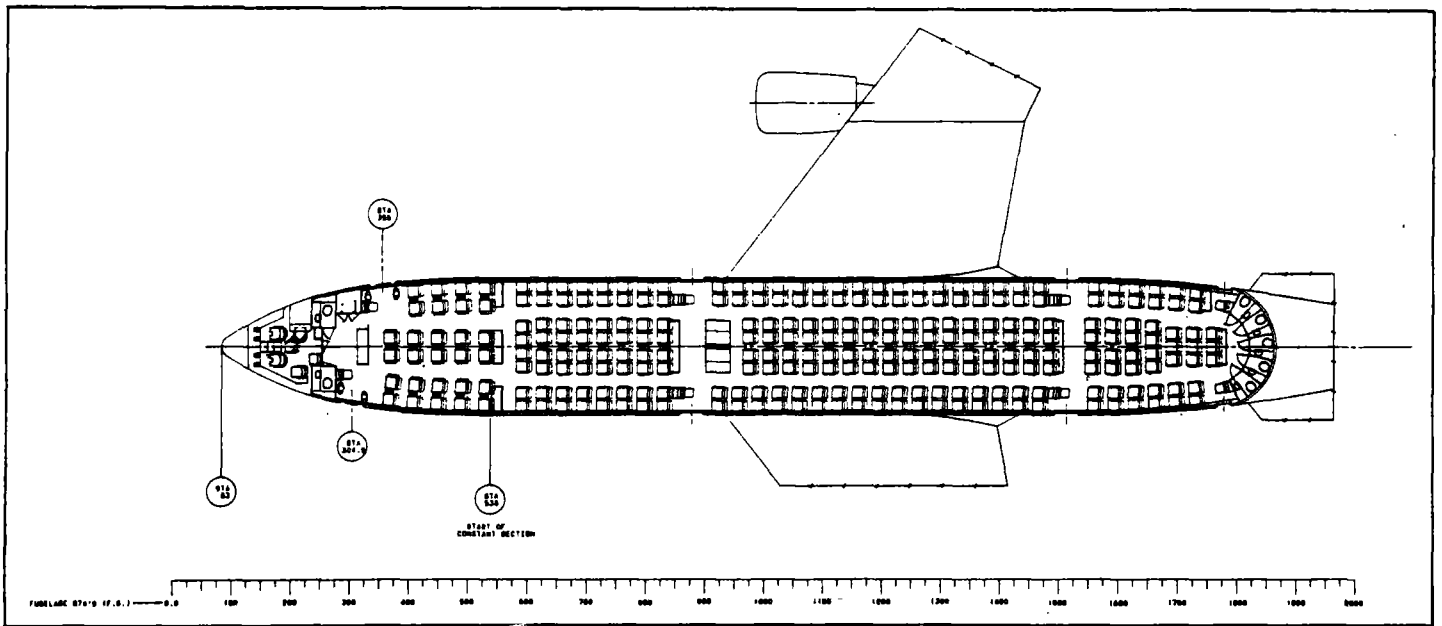


图8 洛克希德公司三星宽体飞机舱内座位及设备布局

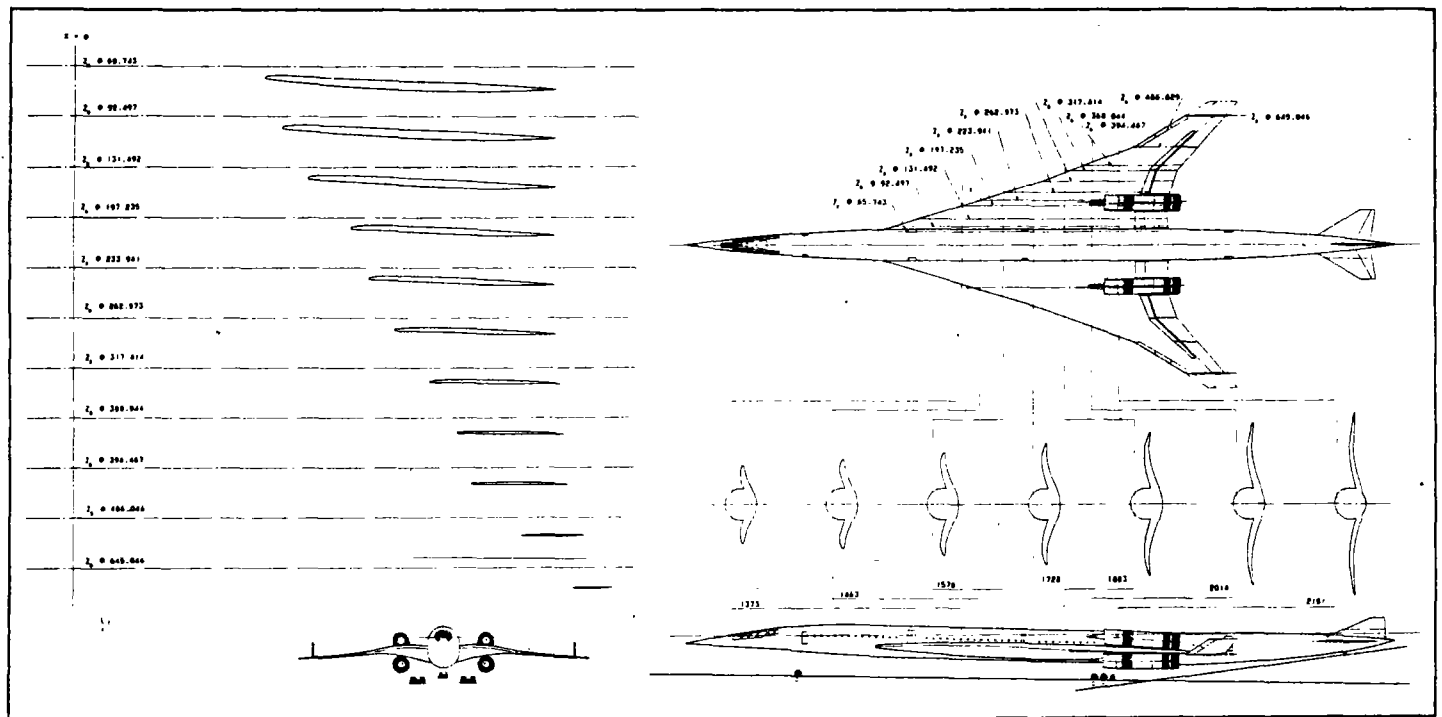


图9 超音速飞机的三维设计及其纵向截面积分布

· 科技短波 ·

太空细菌实验

在“礼炮——6号”轨道航空站工作的苏联和民主德国科学家，共同进行了地球细菌在太空繁殖的实验。他们发现，细菌进入失重状态的太空后，引力对细胞内部的作用也随之失去。为使带入宇宙的二千万个细菌芽孢能够生存，他们在轨道实验站创造了除失重外一切必要的营养环境、矿物盐、光和温度等条件，同时通过地球观测站进行监督。实验结果表明，在与地球相同的条件下，细菌在太空繁殖的速度比地球慢30%。

据苏86年第6期《知识就是力量》 杨秀鲁 译