

科学管理

(第九辑)

- 目 次 -

- 一、 电子计算机的利用与信息
- 二、 维修管理
- 三、 管理系统设计
- 四、 工艺设计的几个问题

浙江大学科学管理教研室

1980年6月

《电子计算机的利用与信息》

在系统工程学中，信息与能源、材料一样是一个很重要的因素。而且，越是把现代社会称为信息化的社会，就越要高度地认识它的意义。因此，在本章，就决定从信息的定义开始。

在信息处理方面，利用电子计算机是很普通的事。象我们现在所看到的一样，如果电子计算机的性能没有普及和提高的话，那信息反倒是没有什么价值了。这不外乎是没有接触过电子计算机的缘故。

但是，就电子计算机本身而言，因为出版了许多的参考书和文献，所以就让它们来讨论了。在这里则专门论述电子计算机在系统工程学中的利用。在系统工程学中，电子计算机不仅在信息处理上，而且还在更广泛的范围内使用。而在计划、设计、制造、管理等一切范围内都在使用电子计算机。这样的利用方法本身也可以说是系统工程学中的一种，也就是说，电子计算机不仅是系统工程学的一种工具，而且是系统的一部分。因为把它作为系统的一个要素而被引进计划加以接连不断地发表，所以，在这里也将它说明一下。以下分四个问题来讲：

1. 信息理论；
2. (CAD和ALSS) 计算机辅助设计和航线系统模拟；
3. MIS (管理信息系统)；
4. 模拟。

一、 信息理论

所谓信息就是通过系统进行传输的信号或者知识。如果不知道它的人越多，则越多越贵重，另外，如果预测越困难，则其价值也

越大。

为了把信息进行科学的处理，首先必须从数量这个角度来考虑它。作为一个数学的量来定义。这个理论是1946年C·香农（1900—）首创的，正广泛地应用在通讯工程学、运筹学（CR）和系统工程（SE）等各个方面。

现在，假如投入一枚铜币用杯子把它盖起来，猜猜看它是表，还是里？如果这个结果大家老早就知道了的话，那这个铜币的表里知识将是毫无价值的。但如果大家事先都不知道的话，那杯中的铜币，例如是里这个信息，就是一个新的知识了。

把这样的信息作为标准来考虑，而把这时的信息量作为信息的单位，我们就把它叫做一个比特。（译者注：比特——二进制的信息单位，即一位。）

下面，我们打算投入10元，50元，100元三枚铜币，来考虑一下它们各自的表里信息。例如，10元是表，50元为里，100元为表这样一个信息，它与前次一枚铜币时的情况相比是具体三倍的信息量，即为三位。

一般，关于 n 枚铜币各自有表里的信息，则应该为 n 位了。

进一步推想到一般的情况，现在建有4层楼的8户住宅，“A君的家是在3层右侧”，关于这个信息，试求其信息量。这时，根据回答“是”或“不是”的一系列提问来考虑寻找A君的家，这个提问如下：“是右侧吗？”（是），“是两层以下吗？”（不是），“是最上层吗？”（不是），用这样三个问题就能找到A君的家了。因此，这与以前三枚铜币时是相同的，所以信息量是三位。当然这时A君的家是8个中的某一个，这些都是相同的。事先不知道，这是个条件。

这样一来，信息用文章来表现的时候，也能作为无线电节目“

20頁”注¹設問的回答形式來表示。这时的信息量是与提出问题的数目相等的。(注1:把某一个事情,根据回答是或不是的一連串的設問来进行猜測竞赛。允許到20个问题为止,最好是在少數的設問上进行猜測。)

一般,某现象E发生的概率为P时,它的信息量I就是:

$$I = -\log_2 P \quad (\text{彼特}) \quad (1)$$

$\log_2$ 是以2为底的对数,如果用常用对数进行计算,则为:

$$I = -3 \frac{1}{3} \times \log P \quad (2)$$

一般说来,信息量是通过概率来确定的。所以得到的利益或收益不同。如果实现的可能性小的话,在某程度上来说它的价值或信息量就大。

下面,考虑有A、B、C三个地区,在A地每两天下一天雨,在B地每四天下一天雨,在C地每三十二天下一天雨,其它假设为晴天。现在来考虑天气预报。假设100%的猜中了,则在A地雨的预报信息量根据(1)式就为一彼特,在B地就是一 $\log_2 \frac{1}{4} = 2$ 彼特。在C地则为一 $\log_2 \frac{1}{32} = 5$ 彼特。关于天晴的预报也同样根据表1求出。

那么,在A、B、C三地气象台,平均来说哪处应该出现最有价值的预报呢?试在三十二天中比较一下就可以看出:

在A地为 $16 \times 1 + 16 \times 1 = 32$ 彼特

在B地为 $24 \times 0.257 + 8 \times 2 = 22.168$ 彼特

在C地为 $31 \times 0.0123 + 1 \times 5 = 5.381$ 彼特

表1 天气预报的信息量

地域	晴	雨
A	1	1
B	0.257	2
C	0.0123	3

在一天中，各自平均为 1, 0.773, 0.043 彼特。因此，在 A、B、C 三地如果平均的话，就知道 A 地提供了较多最初的信息量。

这样一来，现象 E 的发生概率是 P，不发生概率是 Q (=1-P) 时，就它的发生而言，给予全部信息时，其信息的平均值就为：

$$\begin{aligned} H &= -(P \log_2 P + Q \log_2 Q) \\ &= -(P \log_2 P + (1-P) \log_2 (1-P)) \end{aligned} \quad (3)$$

把它称为熵（热力学函数）注 2

注 2：熵是热力学的物理量，在气体分子运动论中，若设状态 A 的粒子个数为 N_i ，全粒子数为 N 时，熵 S 就是 $-K \sum \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N} + KN \ln N$ ，若设 $N_i/N = P_i$ ，则 $S = -K \sum P_i \ln P_i + KN \ln N$ 。其中：K 是波耳兹曼常数。如果把这个式子和 (3) 式比较，把 H 称为熵的道理就很清楚了。

把这个式子展开，作为试验 T 的结果，当可能有几种现象 E_1 、 E_2 、…… E_n ，其概率分别是 P_1 、 P_2 、…… P_n 时，这个熵就可按下式给出：

$$H(T) = -\sum P_i \log_2 P_i \quad (4)$$

现在，假设没有关于天气的任何信息，就明天的天气来说，那就是晴为 1/2，雨为 1/2，熵是一彼特。但是，如果知道在三十二天中有三十一天为晴，这个信息的予期值就为 0.043 彼特。因此，熵的差 $1 - 0.043 = 0.957$ 就成为该概率信息的价值。

作为试验 T 的结果有几种情况时，假若万一没有关于这个概率的某种知识，那无疑就可以把所有情况都看作是有 $1/n$ 的概率了。对某种情况来说，信息的予期值（熵），根据 (4) 式就为：

$$-\sum (1/n) \log_2 (1/n) = \log_2 n$$

这时，实现的概率就是 P_1 、 P_2 、…… P_n ，知道这个概率和熵就可以写出 (4) 式了。所以

就应表示为已知概率信息量的变化。

信息数学,是把信息和数学两词加以组合起来的一个新名词。在第六次国际运筹学学会上,在肯尼迪(Kennedy)发表的所谓 Informatics(报告科学)中,应用设计信息系统来改进决策这门科学的方法是具有一定作用的,因此,把它译作为信息系统工程学也是确切的。其中也包括高级的EDPS(电子数据处理系统)和PPBS(计划编制预算系统)及Mis(管理信息系统)在内。

在很多情况下,电子计算机的在线(接在自动线内)使用等等还是存在问题的。

二、CAD和ALSS(计算机和辅助设计航线系统模拟)

飞机的主要项目,要在严格的条件下,集中工程学的最新理论和技术精华来加以规定。这些项目之间是互相有联系的,不能随便加以决定。例如,为了能载100位乘客不着陆飞行800公里,就必需考虑燃料的消耗,估计大概的重量;又如,为了使飞机能在1500公尺滑行道上安全的起飞和降落,就必需根据航空工程学的理论把必要的发动机推进和翼面积计算出来。另外,由于能够根据以前的技术经验进行阻抗估计,于是,可用上面所定的发动机的经济输出来检查所定的速度是否恰当。

可以说,在图1所示的价值主要项目中,机体的价格,直接运输量,乘客座席数 N ,最大巡航速度 V_{max} ,滑行道长 FL ,续航里程 R 等等就是最容易数量化的项目了。

在设计进展到相当阶段的时候,其它的项目则根据与其它飞机比较的优劣来决定其种类。其中如果提供了 N , V_{max} , FL 和 R 这四个项目,就能制订满足这些主要项目的机体的基本设计了。实际如图2所示。

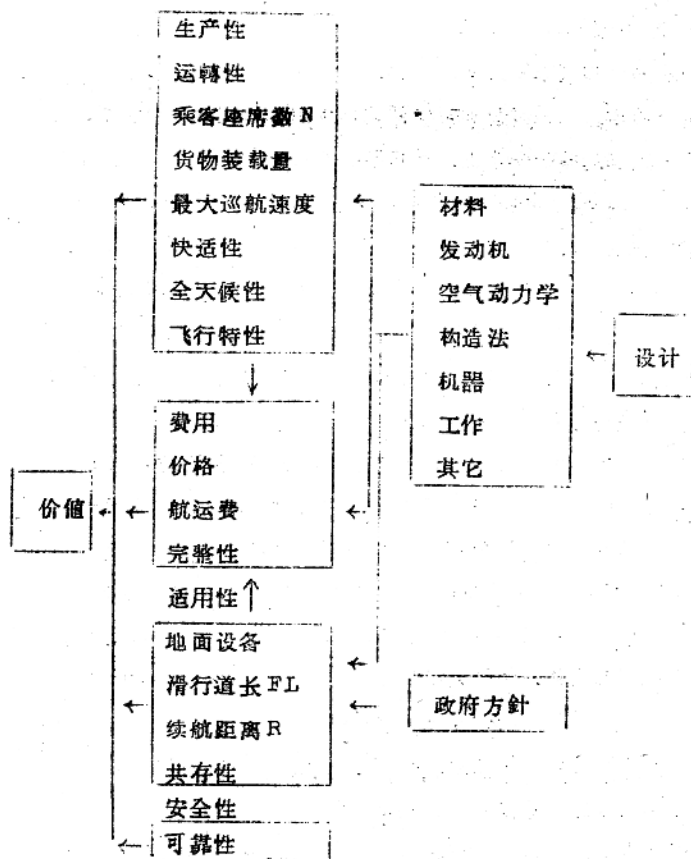


图1 飞机的价值分析

试对最初假定的重量 W ，翼面积 S ，离升马力 F_{TO} ，燃料重量 W_F 等计算一下，看是否能满足这些主要项目的要求，并调查其实现的可能性。但是，这些主要项目之间的相互关系是很复杂的，因为有时燃料不够，不能实现所希望的续航距离；有时又因为机体过

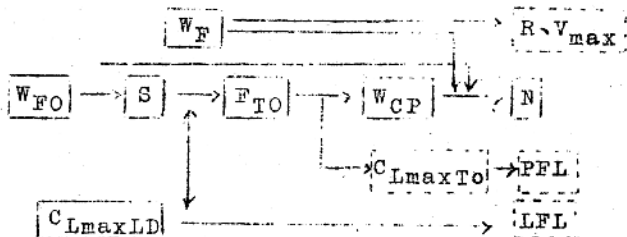


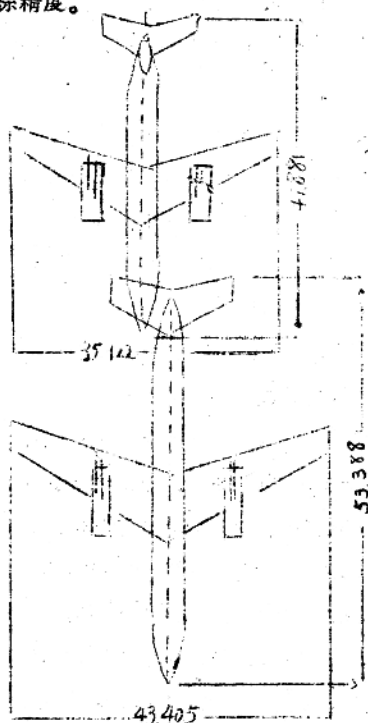
图2 基本设计的流程图

重，提供的滑行道长度不足以供起飞和降落，所以要修改若干次，並要修订试行当中的錯誤设计。主要项目及其性能的相互关系，是根据飞机设计理论和现有的统计资料定量地决定的，不过，这样的反复规划设计过程需要化很多工夫。

这四个主要项目 N 、 R 、 FL 、 V_{max} 如果全部满足了当初的要求，那规划设计就算結束了。在途中的重量，翼面积，机身直径，离升马力等的形状尺寸及其它的主要项目等就算决定了。其次，在任意区间的直接費 (DOC) 和間接費 (INDOC) 等用美国航空运输学会 (ATA) 的方法是应该能够把它算出来的。

但是，一般说来，在一次设计中即能把各主要项目 N 、 R 、 FL 、 V_{max} 的值都得出，从而完成飞机规划的事是不大可能的。例如，若按上述规划进行时，最后得到的 V_{max} 和最初决定的数值不一致是常有的事。另外，如果把发动机的马力加大，重量增加，那就必须再次从头进行计算。这样一来，基本设计就会按錯誤的方法来进行了。因此，形状、尺寸等所有的主要项目在决定前就非得反复地重作几次试验不可。这是需要花較长的时间和較多的劳力的。不过，因为有统计资料为基础，並且可以根据技术上的经验和航空工程学的理论来进行，所以，並不一定非要有特別的独創和办法不可。在主要项目决定之后必须发挥设计者的独創精神。

这些反复设计因为用电子计算机来进行比较方便，所以就研制了一种叫做计算机辅助设计(CAD)的新的计算程序。它给出R、FL、N、 V_{max} 四个项目，并且是将这些满足飞机所需的主要项目和运营费用等进行自动运算的程序。如果用控制—数据公司的存貯容量为98K的CDC3600来计算的话，仅仅用100秒左右的时间就能全部完成。为了检验这个程序设计图的稳妥性，把所发表的最新飞机的主要项目，与CAD的输出和公称值进行了比较。结果表明除特大型机种以外，很明显，CAD的计算值能充分满足设计规划的目标精度。



YX004 型

最大装载重量 60098kg

翼面积 165m²

推进力 22772lb

乘客数 200 人

续航距离 500 海里

最大速度 490kt

离陆距离 3973ft

着陆距离 4305ft

YX005 型

最大装载重量 82156kg

翼面积 252m²

推进力 31978lb

乘客数 200 人

续航距离 500 海里

最大速度 490kt

离陆距离 3351ft

着陆距离 4108ft

图3 YX 机的概念图

图3是用图表将CAD的计算结果描绘出的概念图之一例。其次，在筹划喷气式运输机YX中，用CAD把各种主要项目进行了种种组合，比较了约130个机种。

图4是CAD的流程图。利用它就能给出 N 、 $V_{\max}$ 、 FL 、 R 四个项目，就能决定机体的重量、尺寸以及发动机的马力等，图5是其一例。

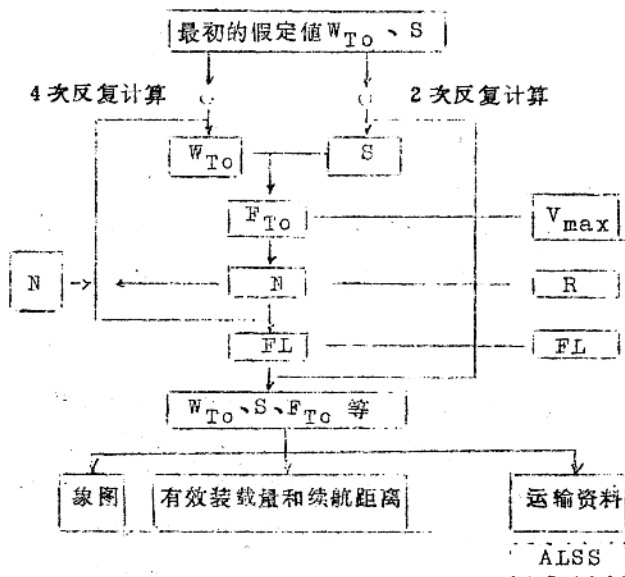


图4 CAD的流程图

关于（飞机装满）全部重量，除了某大型机外，都完全适合。

计算值 ($\times 10^4 \text{ Ib}$)

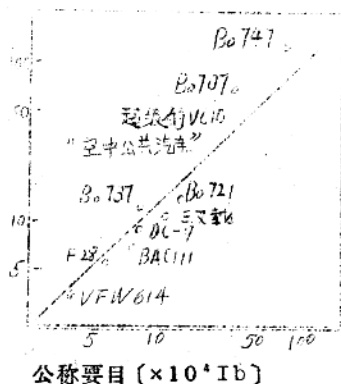


图5 CAD 的适合程度

航线系统的模拟 (ALSS)

航空公司以什么样的方针来进行经营呢？这是个不能轻易决定的比较棘手的问题。因此，作出能如实反映现实的经营模型是很有必要的，可采用如下公式来作为表示收益的一般公式，即：

$$P_G = ax - C - \alpha(D - x)$$

其中：a 是运费，x 为乘客数，c 是直接费，D-x 则表示保留的装载乘客数。 α 是由于 (D-x) 的损失，是在库管理理论等方面称之为缺货的一种损失。在航空公司，正在进行与潜在交通量 D 相称的象营业所设备之类的间接设备的投资。因此，当航次少，放走了乘客而使直接费用变少时，间接的航行费比用美国航空运输学会 (ATA) 的方法计算的运行费要大得多了，所以，可以把它看成是一种修正。为了适合我国国内的运行情况，把 α 大致看成为 $\frac{1}{2}a$ 似乎是比较好的。虽然乘客是根据季节、星期、时间的推移而变动的，但是，与过去的实际成绩相比变动率约为 50% 就可以了。

把飞机引入航空公司运行线路网上进行经营时，就各线路而言，就要决定收益最大时的最佳航次，如果求出了全积在每条线路上的乘客数 X 和收入 P 的总和的话，那就能求出乘客数和收益数了。

因为这个系统貯藏着机场设施和航线其它区间的距离、乘客数等等的信息，所以根据飞机的性能就能发现可能航行的路线，找到最佳航次，进行收益计算。

图6是与假想公司的路线相适应的航线系统模拟的计算结果一例。

*** 航线系统模拟 *** TR 5		
航空线, * 假设航线		
① 每日收益 9776 ② 每日费用 31198 ③ 一般收益 ④ 246		
每日航运费 1445 每日航运费海裡 498041 平均乘客数 06567		
⑤ 飞行中队数		
YX043 6.57		
⑥ AAA*XXX ⑦ 距离 100 ⑧ 车费 13.17 ⑨ 乘客特殊性 0.65		
⑩ 需求 500 ⑪ 标准偏差 250 ⑫ 与替代机场的距离 200		
⑬ 份额 = 1.000 ⑭ = 1.000		
航空站 AAA 机场长度 5000 高度 0 与岛面温度差 15		
航空站 XXX 机场长度 3500 高度 0 与岛面温度差 15		
航机 (15) 区间时间 (16) 费用 (17) 区间每日航运费		
* YX143 0.5 3786 50		
(18) 最大乘客数 (19) 利润		
4 * 1136		
(20) 机场滑道长度限制 (21) 自动交换机 (22) 邮政信箱		
475 202 201		
(23) 飞机负载系数 (24) 飞机		
0.503 0.863		

续图6

。 BBB*XXX D157=100車費=13.17 乘客特殊性0.65 =300标准偏差=250 与替代机场的距离=200	
份額 1.000	特征 1.000

图6 航线系统的模拟

- ① 是进行最佳航行时的总利益，即运货收入-費用，单位是美元；
 ② 是根据美国航空运输学会(ATA)的方法计算出来的直接和间接的航行費； ③ 是一般的利益 ΣP_G ； ④ 是平均乘客率；
 ⑤ 为最佳航行所需的飞机数在一个例子中，YX043需要6.57架飞机，即需要7架飞机； ⑥ 是表示机场AAA和XXX间的航线；
 ⑦ 是该区间的距离(单位是海里)； ⑧ 是区间運費，在沒有资料时，则利用了美国国内区间距离其它運費的统计资料； ⑨ 是表示乘客等待特性 σ 的数值，⑩ 是一天中的平均潛在乘客数；
 ⑪ 是一个的标准偏差； ⑫ 是表示到替代机场的距离； ⑬ 是表示和其它交通机关竞争的航空比率，海外的垄断路线设为1；
 ⑭ 是显然存在的比例，表示一个来回中两头机场的特性，A/C是飞机的略称； ⑮ 是区间时间； ⑯ 是该区间一天中的航行費；
 17 是考虑包括机场跑道长的限制等等在内而规定的每一航次的最大乘客数，如果跑道短，即使飞机本身的座位多，也不允许满员的起飞和降落。

那么，对航空公司来说，YX的最佳规格就是在用假想飞机作航行时使收益最大。而且飞机的需要量也是很大的。航空公司正在有运输服务网，並且，一般不仅投入一种机，而是投入数个机种的混合机群。另外，因为在日本国内对路线特性进行了充分的調查，计算了三种飞机混合使用时的收益。这三种机就是：用CAD输出得

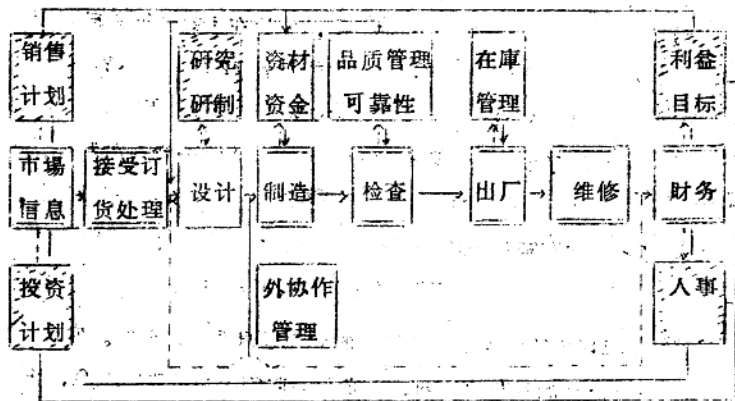
到的 130 种待选机；现在较多使用的友谊级 (F-27)，以及空中公共汽车级 (乘坐 300 人)。

为了证实这个计算系统的适合程度，大约在 1966 年前后，对日本国内的航空网进行了模拟，把现有的波音 727、F27、YS-11、CV880 型飞机的必要机数、乘客数、乘客—英里、平均乘客数、收益等各项都算了出来和实际进行比较，认为完全一致。在制作这些计算系统中，最初是树立较大的逻辑系统，然后逐步修正细节目，最后修订为完全实际的东西。

三、MIS (管理信息系统)

所谓 MIS 是最近急剧地被注意的管理信息系统的简称。它可定义为：进行恰当的经营管理时，在必要的时候，把必要的信息，正确、迅速地提供给需要的人的系统。另外，也可以作如下定义：它是“为了提高进行资料的收集，贮藏，检查，通讯及经营活动的效率而使用的人和电子计算机的结合。”总之一句话，以前的事务工作，是要编出关于系统的状态和输入、输出的记录报告给管理人员，（一般是关于财务、人事、资财、生产、购买、销售等方面的资料）由于系统的步模很大，活动的范围也很广，为此就需要有许多的人手，于是，就引进了计算机，以试图改善事务工作的效率。这就叫事务工作的机械化。另外，也可称为电子数据处理 (EDP) 或电子数据处理系统 (EDPS)。为此，就把基本数据存储在计算机的磁带里，定期地集中进行处理，过去那种报告，现在就由电子计算机按原样打印和输出。经营管理负责人则根据这个信息来作决定，这仍同以前一个样。图 7 是资料和信息处理流程图。

在这里所说的资料是指包括在系统内的一种收集或是贮藏的事实。信息是一种对特定领域采取行动並有可能把决定进行变换的一种知识，即管理信息系统，如图 8 那样。



---> 决定 → 信息处理 [] 资料 [] EDPS [] 决定

图7 资料与信息处理流程

资料 → MIS → 信息

图8 在MIS中的资料—信息

可是，由于电子计算机性能的提高，能利用大量的存貯装置，另外，又由于联机系统在必要时也能进行电子计算机的工作，所以，就根据经营者的要求进一步的研究了能及时地提供信息的系统。

为了完成管理信息系统，预测将来所必需的信息，就有必要对作出预测所需的基础资料于何时、何地、以怎样的形式弄到手，以及怎样来处理这些资料进行充分的研究。这就要分析在系统内的信息流程，设计要与它相适应。所谓电子计算机在这方面的系统工程师，多数就意味着是会做这个工作的系统技术人员。

如果采用 $Y = Ax$ 的会计模型，从投入的各个项目 x 的信息就能立即把出产或者利益 Y 算出来。这样一来，就有可能从过去的事后处理的会计业务转向更积极的经理业务过渡。这样，一边进行予算统制，一边就起草最佳效果的予算分配。这就是计算程序予算系

統方法 (PPBS)。

图 9 是由电子计算机产生的管理方法一例。

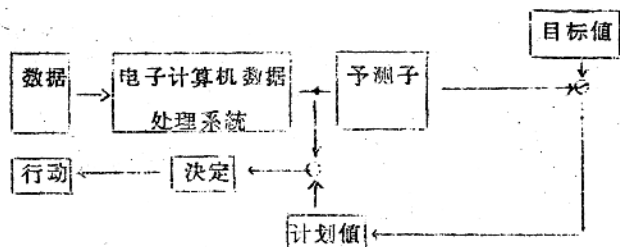


图 9 由电子计算机产生的管理方法一例

把非计数化的信息用联机系统来检索，这就叫信息寻查 (IR)，这个方法也正在逐渐进行研究。

管理信息系统 (MIS) 的开发程序

建立管理信息系统，它本身就是一种系统设计。所以，就要利用系统设计的方法。但是，对于特殊的管理信息系统，则必须采用如下的方法 (参照图 10)。

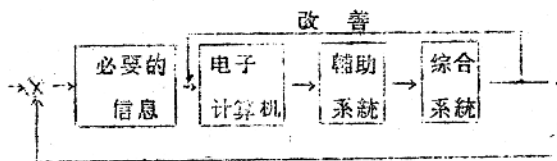


图 10 管理信息系统的研究开发

(1) 必要信息的确定

为了明确地决定经营的目标和目的，作为信息来说，就必须确定由何时、何人、提供哪种内容的信息是必要的，因为，如果不加以确定的话，信息将会泛滥成灾，结果就会造成费用的极大浪费。信息与促进决策的行动有关，其最终目的是要完成经营目标。

(2) 电子计算机系统的设计。由信息网的配备、资料的收集和贮藏,以及对这个处理量的估计等等就决定了在管理信息系统中所需的电子计算机的性能。在第(1)项的工作完全进行了的情况下,在该阶段的可能范围内,可以导入高性能的计算机。这样的决定决不会是浪费的。

(3) 业务执行系统的设计。就是要完成象生产、销售、在庫、经理、人事劳务这样机能的各种系统的设计。这时的资料好象在信息的形式上变换一样,所以,就有必要编入最优化方法和统计分析的程序。

(4) 模拟。把各业务执行系统加以综合,并制订为一个综合性的系统;然后进行模拟,作适应性的试验。当然,在不合适的情况下,也就必须从头加以修正了。

但是,在很多情况下,管理信息系统并不起作用,这是什么原因呢?这既不是由于电子计算机的能力不足,也不是由于系统设计不合适,实际上,有时是因为基础资料不完善,有时则是信息收集路径没有搞好,有时则是信息和决定没有很好结合的缘故,所以就不起作用了。这样的情况是很多的。

图11是汽车制造业生产管理系统一例。根据市场上某销售店的顾客订货,在本公司内把车名以及性能差别等加以总计,然后,同本公司的生产能力加以对照,建立生产计划,把这些生产计划作为制造命令下达给零件加工工厂和装配工厂,成为配车日程,最后送给市场的销售店。在此期间,有巨大的资料库,要用电子计算机来进行处理。

图12是制铁业正在设计的信息处理系统。把跟经营资料系统和生产管理系统有关的,物资方面的资料系统作为中心,在这上面,展开会计、成本、经营计划系统。又因为是联机适时系统,所以是