現代农业生产经济学
原理与方法

（下）

方昆 选编

兰州大学经济系

一九八二年六月

第 十 章

最优价格与影子价格理论

一、最优价格的计算方法

价格是分工和商品交换的产物。自给自足的社会，不需要交换产品。因此无价格可言。分工协作的社会，每人只生产一种产品，却要消费他人生产的多种产品。这就造成生产的专业化与消费的多样化之间的矛盾。这种矛盾只能通过商品交换来解决。交换的比例就是价格。自给自足的社会，每人生产多少就消费多少。生产方案决定了唯一的分配方案。但在分工协作的社会中，一种生产方案，由于比价不同，可以有多种分配方案。唯有最优价格，可使分工创造的价值在协作各方公平分配，因而各方发展分工协作的总动力最大。如果卖方能控制价格，则使销售利润最大化。价格太低，会使销售利润减少。价格太高，销售量太少，也会使利润减少。因此，必须研究确定最优价格的方法。可用数理统计法与解析法相结合的方法求得。这种方法的第一步是利用历年产品销售量和价格的统计数据，用回归分析方法，求出销售量与价格之间的函数关系。

例如某地区腊肉价格与销售量的统计数据：

数据号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
销售量 y（万斤）	6.01	5.98	5.32	5.24	3.76	3.95	3.52	3.37	2.95	2.29
价格 X（元）	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0

根据以上数据，可以判断价格升高时，销售量接近于成线性下降，因而可以考虑用最小二乘法进行一元线性回归，以求 y 与 X 的函数关

系。

按最小二乘法。对以上数据有最优拟合函数

$$Y = ax + b \qquad (1)$$

其中 $a = \Sigma(xi - X)(yi - y) / \Sigma(xi - X)^2 \qquad (2)$

$$b = Y - aX \qquad (3)$$

X是统计数据中所有x的观察数据的平均值。即

$$X = 1/10(1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6+1.7+1.8+1.9+2.0) = 1.55$$

Y是统计数据中所有y的观察数据的平均值。即

$$Y = 1/10(6.01+5.98+5.32+5.24\cdots\cdots+2.95+2.29) = 4.339$$

将X。Y和xi。yi 的所有值代入（2）和（3）式。则

$$a = -4.265$$

$$b = 4.339+4.265\times1.55 = 10.95$$

将a。b之值代入（1）式得 $y = -4.265+10.95$

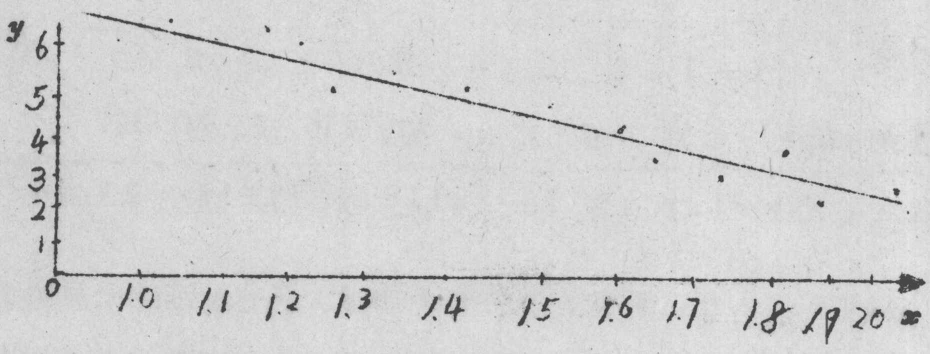


图10—1

这一销售量与价格的函数关系如图１０—１所示·图中的黑点是统计数据确定的点·直线是用最小二乘法求出的拟合函数的图形·

销售额V是销售Y与价格x之积。即

$$V = x \cdot Y = x(-4.265x + 10.95).$$

$$\therefore V = -4.265x^2 + 10.95x$$

设生产费用S由下式表示：

$$S = 0.6Y + 3.43.$$

其中假设产量等于销售量Y每斤腊肉的可变费用为0·6 元。与产量无关的固定费用为3·43 万元。于是S＝

$$S = 0.6(-4.265x + 10.95) + 3.43$$

$$= -2.559x + 10$$

设销售利润为U。则

$$U = V - S$$

$$\therefore U = -4.265x^2 + 13.509x - 10$$

其图形如图１０—２所示：

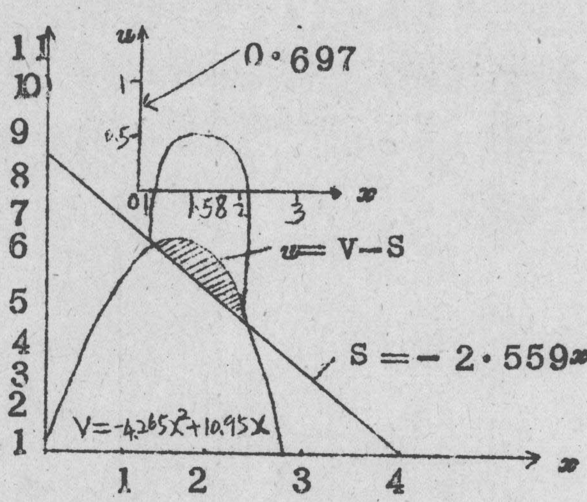


图１０—２

图中下部的抛物线表示销售额函数。斜线表示生产费用与价格之间的

函数关系。斜线示出的部分表示利润。图中上部的抛物线也表示利润。

将U对x求导致。旦会其等于0。则有。

$$dU/dx = -8.53x + 13.509 = 0.$$

解之得　　$x = 1.58$（元）

这就是使销售利润达到最大的最优价格。

但是销售量不但是价格的函数。还是收入、广告费用和相关产品价格的函数。例如价格不变时。若收入增加。广告增多。会使销售量增加。又例如牛肉价格不变。但若猪肉涨价。会使牛肉销售量增多。考虑到这些因素要搞出销售量的数学模型就必须采用多元回归分析。并用多元函数求极值方法求最优价格。

但是所有这些方法都要求有足够多的统计数据积累。如果一种产品只有两三种价格和销售量数据。则以上方法就很不可靠。加上经济情况瞬息万变。即使数据较多。但过去的数据不一定适应今天的情况。所以可以干脆用所谓"0.618"法来做调价试验。合理地设计调价。以使用最少的调价次数逼近最优价格。

有种三级茶叶。根据经验。最优价格在4元与5元之间。当价格低于4元或高于5元时。销售利润肯定过低。于是可以找来一张纸条。两端标上4和5。然后以此纸条为一单位。找出其0.618和0.382位置。如图10—3所示：

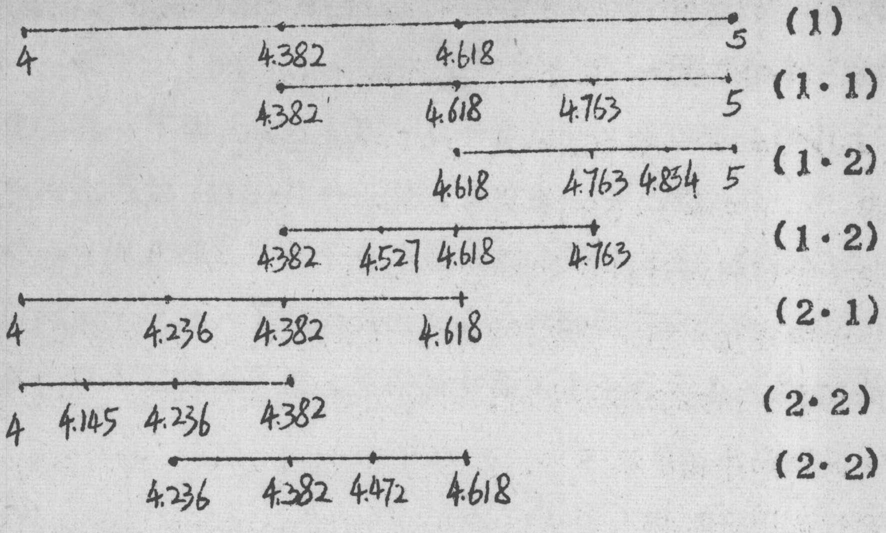
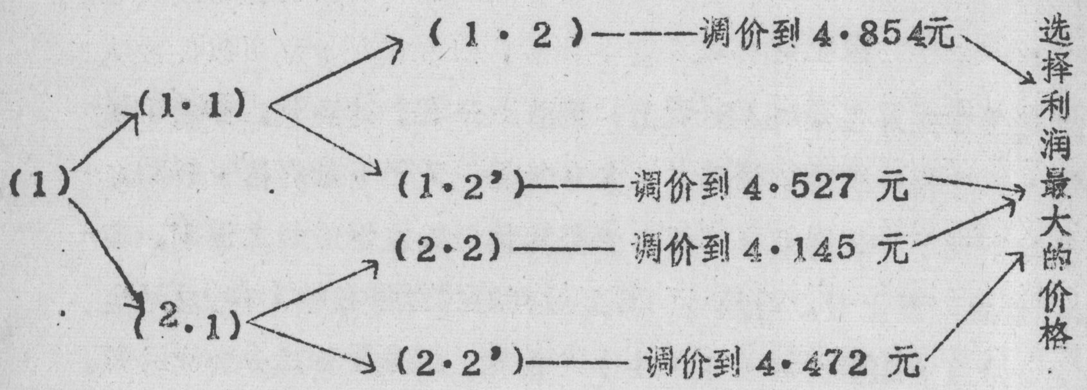


图10—3

首先把价格定在4·618 元上。记录下在这个价格下。每周的销售利润·然后调一次价。调到4·382元。又记下每周销售利润。若调价后利润下降。则从4·382处剪掉低条左端（如上图（1·1））。若调价后利润上升。则从4·618处剪掉纸条右端（如上图中（2·1））·假设处在（1·1）的情况。以剩下的纸条为一单位，找出其0·618。即4·763元。又找出其0·382。这就是长纸条的0·618处。即4·618元·于是第二次调价将价格定在4·763元处。然后记下每周的销售利润·若这时利润高于4·618元时的利润。则从4·618处剪掉左端。如上图中（1·2）所示。若利润较低。则从4·763处剪掉右端。如上图中（1·2）所示·假设处在（1·2）的情况。则又将剩下的纸条作为一单位。找出其0·618处。即4·854元。又找出其0·382处。即上一较长纸条的0·618处。也就是4·763元·4·763元的价格已试过。所以第三次调价可将价格定在4·854元。然后记下每周的销售利润。这时若4·854元时利

润较高。就将价格稳定在4·854元。若这时利润较低。就将价格稳定在4·763元·

从上图中不难看出上一纸条的0·618处总与下一纸条的0·618或 0·382中一点重合。这正是0·618法的决窍之所在这样安排的试验。三次试验的效果就相当于盲目试验八次·一般说来调价三次后。利润的变动相对来说就无关大局了·当第一次调价的结果不一定是(1·1)和(1·2)的情况。就可以按图10—4安排试验·



不管出现哪种情况。一般都可用三次调价达到较为满意的结果·

二、影子价格理论的具体运用

苏联数量经济学家B·C·涅姆钦诺夫认为影子价格是对使用价值的定量测度·不少西方经济学家认为影子价格与马克思的劳动价值论是矛盾的，但以康特洛维奇为首的苏联最优计划学派却论证影子价格正好说明了劳动价值的科学性。认为影子价格是最优计划价格、客观价格。它反映了资源和产品对全社会的经济效果·尽管这两种见解根本对立。但都一致肯定了影子价格本身的科学性·

影子价格又叫边际价值。它反映了资源最大拥有量每增加一单位，

国民总收益的增加量·长线资源的影子价格为0·短线资源增加一单位可使国民总收益增加很多。所以影子价格很高。但其生产价格可能并不高·短线程度越厉害的资源。其影子价格越高·可见影子价格可以定量分析长 线、短线情况·所谓边际概念就是导数概念。资源的边际价值就是国民总收益对资源最大拥有量的一阶偏导数·边际概念把微分和导数引入经济学。使经济学从常量进入变量·影子价格理论使资源的边际价值可以具体定量计算。使数理经济学的各种边际分析进入实用阶段·

影子价格又叫机会成本(会计价格。设算价格。隐函价格或内在价格)。有些学者又把它称之为效率价格。因为这种价格可以促成人们自动地从本单位利益出发实现资源的有效分配。达到整体最优·T C·库普曼证明了影子价格就是完全竞争条件下的市场价格·R·多福曼等人还证明了用线性规划可以算出最优分工协作的经济计划。而影子价格可以用来确定协作各方自意采用专业方案而放弃自给自足生产方式的价格范围·计划经济国家的价格不能随便波动。一般价格与影子价格相差很远。所以就没有一种衡量客观经济效果和计划是否最优的准确尺度以促进资源实现最优分配·由于没有影子价格。使专业化协作的好处在协作各方面分配不合理.在客观上助长了“小而全”、“大而全”的思想·由于没有影子价格。所以就不可能有比例平衡的自动的积极性。不仅比例调不动。有时还出现长线越调越长。短线越调越短的怪现象。

美国学者但切克利用影子价格理论。进一步提出了分解原理。并将其应用于美国糖果饼干公司,取得了成功·这个大公司内部的经济活动。基本上同计划经济相类似·过去都由公司给企业下达具体的产量、品种、质量指标。使企业没有主动性和积极性。同时公司由于种

种原因也不能做到　　　　　　及时准确的集中处理大量信息，这种集中控制方式造成很多弊病。但是在公司范围内如果不搞计划经济。完全由市场来进行分散控制。也不能实现整体协调的最优计划。针对这种两难的矛盾。但切克设计了分解原理。实现了一种分层控制。其具体做法是：公司不具体规定产量、品种、质量。而是不断公布产品的影子价格。对各企业用影子价格进行经济核算。各企业根据影子价格从本单位最大利益出发制定的计划合起来就是全公司最优计划。这一成果引起苏联的较大重视。诺贝尔经济学奖获得者康托洛维奇组织大量人力。研究和发展分解原理。立志在全社会范围内应用它。目前苏联这方面的研究已超过了美国。究其原因是由于计划经济制度为影子价格和分解原理的应用提供了更加广阔的前景。

线性规划可以解决在一定资源的条件下。使总收益达到最大的问题。每个这样的线性规划有一对规划。其最优解就是资源的影子价格。

控制理论中用得最多的最大值原理被用来解决大量动态最优经济控制问题。其中的汉密尔顿算子就是动态影子价格。

数学中的基本问题是求极值。与其对偶的就是对偶规划。拉氏乘数和汉密尔顿算子；经济中的基本问题就是最优经济效果。与其对偶就是最优价格。前一类问题一旦解决。对偶问题同时解出。可见数学中心问题的对偶性与经济问题之对偶性是“同构”的。搞懂了影子价格。也就对数学中的基本问题与经济学有了融会贯通的了解。正如诺贝尔奖金获得者克莱因教授所说“经济分析就是数学分析”。很多数学概念的影子价格意义被揭示出来后。使数学本身的逻辑美焕发出奇光异彩。

第 十 一 章

时间因素与资源利用原理

前述各章已经说明和分析了资源有效利用的基本原理。但在作这些分析时，对于“时间”（time）的因素并未加以明确的考虑。这种分析。通常称为静态分析（Static analysis）。即假定各项资源的利用和生产收益之间。并无时间上的问题；换言之。以上各章的分析。系假定生产者（1）对于各时间的生产收益和费用支出并无主观价值（Subjective Value）的差异；（2）对于未来事件的成果具有充分的完全知识（Perfect Knowledge）。即具有充分的确定性（Certainty）。但在制定各种生产计划时。常受时间长短的影响。如农产品的价格和产量的不确定性（unCertatinty）。农业产品生产的不确定性（即投入等量的资源。常会产生不同的产品数量）。本章拟就时间因素所引起的确定性和不确定性问题作一概略探讨。

一、复利成本、收益现值与投资效益

在未说明农业生产所含有的不确定性问题前。为便于比较。生产者乃须考虑到由于时间因素所引起成本收益的变动情形。在制定各种生产计划时。须将时间不同的各项收益。换算成一个可以互比较的基准。以决定生产何种产品最为有利。所以在制定生产计划时。必须考虑到现在收益与将来收益间的不同。以及目前的投资与预期收益间的关系。投资与收益间的关系。通常可籍复利率的计算求得。

复利成本　　例如设本金100元。年利率3%。依复利计算在第一年年底的本利和应当为：

$$\$100 + (0.03)100 = \$100(1 + 0.03)$$

第二年年底的本利和则为：　　　　　　　$100(1+0.03)^2$

第三年年底的本利和应为：　　　　　　　$100(1+0.03)^3$

其余以此类推·假设本金为 C_0。复利率为 r。则第 n 年年底的本利和 C_n 应如下式所示：

$$C_n = C_0(1+r)^n$$

上式系假定利率 $r\%$。每年结算一次而并入本金中依复利率计算的·今若利息之结算为每半年结算一次。则 n 年后的本利和为：

$$C_n = C_0\left(1+\frac{r}{2}\right)^{2n}$$

若利息之结算。是以每年均分 β 次结算并入本金中者。则 n 年后的本利和应如下式如示：

$$C_n = C_0\left(1+\frac{r}{\beta}\right)^{\beta n}$$

任何成本项目或投资。均可以将现在的支出数额依复利计算至 n 年后的本利和之数额。以与第 n 年所发生的收益额相比较·例如假设以100元投资生产某一产品。三年后经确定可以获得115元的收益。为了检验此项投资是否有利。可将目前100元成本支出。按复利计算其三年后复利成本（*Compounding Costs*）额。以与三年后之预期收益额相比较·今若市面年利率为5%。以每年结算一次累计。则100元的成本。三年后的复利成本为 $100(1+0.05)^3$ 即116元。与预期收益额115元比较。方知此项投资不利·

上例系指一次投资而于若干年后一次获得收益的情形·在农业生产中。有些生产项目须逐年投资若干金额。而于若干年后才能获得产品收益·例如家畜之饲养。林木之栽培。必须分次投资·故在计算其

成本时。必须按每次投资的金额依其投入期间的长短分别计算其复利成本后。再求得总成本额。如下式所示：

$$C_n = \sum_{i=1}^{n} Ci(1+r)^{n-i}$$

式中 Ci 代表第 i 年初所投入之成本额。n 年后的总复利成本。则如上式 C_n 所示。

收益现值　　上述复利成本的方法。是在计算历年支付之成本项目依复利求算其在未来某一时期的总成本额。以与由该一成本项目所派生的预期收益额相比较。另外一种比较方法。则将未来的收益折算成现在的收益。以与因该一收益所支出的现在成本额相比较。例如设日前投资为１００元。十年后可得１６０元的收入。此项投资是否有利。则视资本利息率的大小而定。如果依现行的利率计算。十年后的１６０元折成现值后大于１００元。则该项投资则属有利；反之。若十年后的１６０元。折成现值后小于１００元。则属无利的投资。今设年利率为5%。则十年后的１６０元。现值仅为９８元。即属无利的投资行为。此种将未来收益折成现值的计算式如下所示：

$$P_0 = \frac{R_n}{(1+r)^n}$$

式中 R_n 表示 n 年后的收益额。P_0 为现值。r 为年利率。由上式即可计算 n 年后收益额的现值。此一现值可与该一收益的现在成本支出相比较。若未来收益现值大于现在的成本。则投资是为有利。反之。未来收益现值小于成本时。则投资无利。

如果某一成本项目的支出。并非在若干年后才有收益发生。而是逐年均有收益发生时。则其收益现值可用下式表示：

$$P_n = \sum_{t=1}^{n} R_t (1+r)^{-t}$$

上式中 R_t 表示第 t 年的收益。

为了进一步说明复利成本计算法和未来收益现值计算法。现举例说明如下。

假设某林场要栽培一定面积的林木。若现在以成本二元的苗木造林。五十年后可望获得一百元的成材价值。按年利6%计算。由上式 $C_n = C_0(1+r)^n$ 可求知现在的二元。在五十年后的复利成本为 \$2 $(1+0.06)^{50}$ 即约为三十七元。以之与五十年后之收益额\$100比较则该林场造林事业属于有利 此一投资之估算，亦可籍未来收益现值方法。将五十年后的一百元收益额。按 $P_0 = \dfrac{R_n}{(1+r)^n}$ 式计算其现值。则其现值为\$100 $(1+0.06)^{-50}$ 约为\$5.40 然后与现在成本\$2比较。亦可获 悉此项投资属于有利之事业。

上述一例。是假设收益发生于某一特定时间（五十年后）。但是事实上。林木之价值随生长时间而异。所以必须找出林木产量与其生长时间的函数关系。今设此项函数关系如图11—1所示：

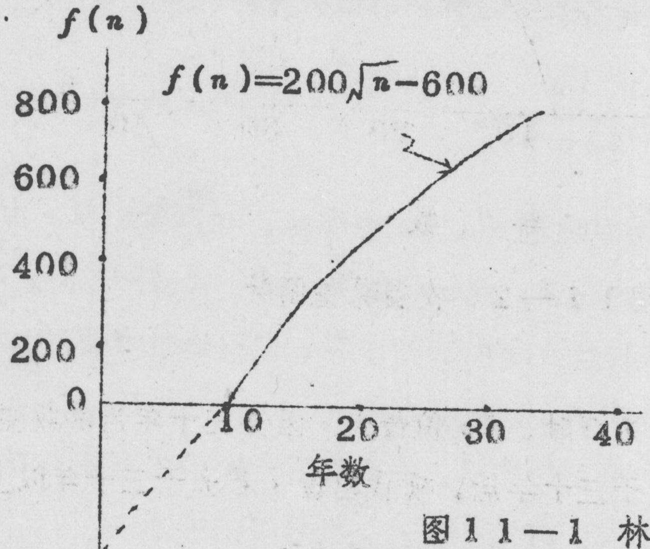


图11—1 林木生长函数

其函数式如下。：$f(n) = 200\sqrt{n} - 600$

式中 $f(n)$ 代表林木产量。n 为生长年数·由此一函数知林木之生产必须在九年后始有价值。因当 $0 \leq n \leq 9$ 时。$f(n) = 0$。即自栽植后第九年。林木并无出售价值·今设林木价值为 P。则林木出售总值即为为 $P \cdot f(n)$。而在 n 年后出售林木总值。依照 $P_0 = \dfrac{R_n}{(1+r)^n}$

式折成现值则如下式所示：

$$P_0 = \frac{P \cdot f(n)}{(1+r)^n}$$

若 P = \$0·20 。 $r = 4\%$。 则得：

$$P_0 = (0\cdot20)(200\sqrt{n} - 600)(1+0\cdot04)^{-n}$$

$$= (40\sqrt{n} - 120)(1\cdot04)^{-n}$$

亦可将未来林木出售之现值（Po 函数）以图11—2表示。

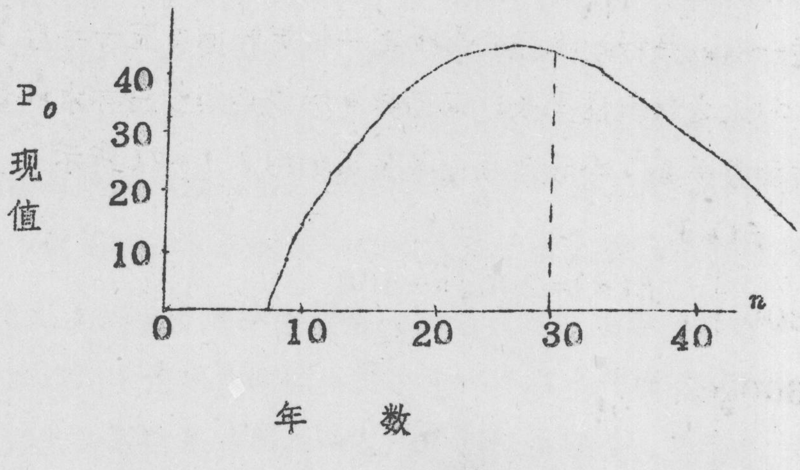


图11—2 收益现值函数

由上图可知当 $n = 30$ 时。Po 值最大·因为三十年后的收益现值为最大。所以林木应于三十年后。砍伐出售·若大于三十年以上时。林

木出售现值则逐年减少·

前面已经说明了复利成本与预期收益现值的计算方法·这些方法常应用于农业长期投资计划之经济效益的评价·诸如水源的开发利用、灌溉排水的设施，土地的改良等·为使这些定量的投资。能够充分发挥其投资效益。故各种投资计划应在事前加以详细评价。以决定其先后顺序或作为取舍的根据·在评定任何一个计划（Project）的收益时。是指由于该一计划完成后。所能增加的实质产量。或所能提供的劳务（Service）而言；而该一计划的成本。则指因推行该计划所必须耗用的物资与劳务·

为了确定任何一个投资计划是否可行。其条件必须是计划收益大于成本；或收益与成本间的比率大于一·在作此种评定分析时。应包括以下三个步骤：

（1）确定各种收益和成本的数量和价值；（2）换算各个时期的收益和成本于某一共同基期；（3）比较总收益与总成本·

在确定计划之收益和成本数额时。必须先计算各项物质与劳务的数量。然后分别计算其价值·例如某一水利的开发计划。必考虑到各种材料需用量。人工需用量。每秒灌溉水量。农产品可能增产量等·这些资料均需从工程人员与农艺作物学家试验材料中获得·

一个计划的有效期间可能延长至数十年或百年以上。而且各种成本的支出和利益的产生并不一定在同一期间内发生·所以对于每一期间的成本的收益。必须将之换算为某一共同的基期以资比较·

就成本的支用次数而言。计划成本通常可以归纳为三类：(1)建造成本或称资本投资。此项费用系于计划开始时支用的；(2)主要修缮费和中期换新费。在计划有效期内每隔若干年支用一次；(3)维修和管理费。此项费用逐年支用的·

在折算各种成本或收益时。可籍历年所支付的成本数额或收益额依前面所述的算式折算成现值以资比较·另一种方法则可将各种成本数额折算而成每年平均成本额·其计算方法如下：

（1）建造成本或资本投资总额可依下式求其每年平均投资额：

$$AV=P\left(\frac{r}{1-\frac{1}{(1+r)^n}}\right)$$

上式AV表示每年平均值。P表示建造成本额。r表示年利率。而n则表示计划之有效年数·例如设一建造成本总额为S 1.000·000时，在该计划有效年数为50年和平均利率4%的情况下。依上式可求得每年平均建造成本额为：

$$\$1.000\cdot000\left(\frac{0\cdot04}{1-\frac{1}{(1+0\cdot04)^{50}}}\right)=\$46.550$$

（2）主要修缮费或中期换新费用。则可先按 $P_0=\frac{R_n}{(1+r)^n}$ 式求其现值。然后再按上式求计每年平均值·例如设此项修缮费或换新费用系每10年支出一次。其数额设为$ 4.000.000。则按照 $P_0=\frac{R_n}{(1+r)^n}$ 式求得现值为：

$$\frac{4.000.000}{(1+0.04)^{10}}=\$2.702.256$$

此项现值再依上式求得每年平均值如下：

$$\$2.702.256\left[\frac{0\cdot 04}{1-\dfrac{1}{(1+0\cdot 04)^{20}}}\right]=\$333.145$$

至于历年维持费与管理费则可根据每年实际费用计算·如果每年之费用有所变动。则可求其平均数·

前述各种每年平均成本之总和即表示该一计划的每年平均总成本·至于每年平均收益额则可由年平均收益数量与单位价格来求得·

二、风险、不确定性和决策

前节系假定在时间过程中。对于未来可发生之收益和各种成本项目的估计。均具有充分而完全的知识·但事实上。生产者对于未来的情况。常因缺乏充分而完全的知识。而必须凭主观加以臆测与判断·故在本节中。假定对未来事象不具有充分完全的知识。则生产者必因对未来事象的不确定性。而须预先作出相当的估计和防备·下面先就不确定性与风险（*risk*）的性质加以说明·

所谓“风险”者。乃指未来事象。其出现的次数或机率可籍过去的经验加以测定而获悉·而不确定性则相反·例如猪只在运输途中的死亡头数。运输部门常可籍过去的记录。经大量观察的结果而获悉每千头猪在运输途中的死亡头数或死亡率·此就运输部门而言。其猪的死亡头数即属风险。而可视为运输成本项目之一·又如保险公司。通常可以相当准确的获悉房屋火灾损失率。以及死亡率或其他保险项目的可能发生次数。凡此种种就保险公司而言。均属风险的事项而可以预计其成本·“不确定性”则指某一事项的出现。不能籍大量的观察